

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**



## **Optimização Energética numa Unidade Industrial**

**Filipa Bezelga de Melo Lourenço**

Relatório de Projecto realizado no âmbito do  
Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Major Energia

Orientador: Prof. Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira  
Co-orientador: Sr. Manuel Fernando R. Correia

Março de 2009



# Resumo

O aumento do consumo de petróleo, associado ao constante aumento do seu preço, que ocorreu na indústria, na década de 70, tornou a energia num importante factor de produção. Assim, surgiu o conceito de Gestão de Energia. A energia deve ser considerada como um factor de produção tão importante como o trabalho, o capital e a matéria-prima e, nesse sentido, deve ser gerida contínua e eficazmente. Nessa perspectiva, o objectivo da gestão de energia é racionalizar os consumos de energia com vista a reduzir os custos inerentes, de maneira a que a qualidade dos serviços prestados seja mantida ou até melhorada.

Em resumo, este projecto consiste no estudo de optimização energética da Unidade Industrial Sonae Indústria de Oliveira de Hospital. Este estudo inclui a análise da rede de distribuição de energia, determinação da potência instalada na fábrica, levantamento e análise dos consumos dos consumidores principais, análise do factor de potência e análise da iluminação existente na unidade.

A primeira parte do trabalho consistiu num enquadramento do tema e numa exposição dos objectivos e das motivações subjacentes a este. Em seguida, definiu-se Gestão de Energia e abordaram-se muitos tópicos inerentes a este tema, tais como: seu enquadramento no sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia, o seu processo e as medidas para melhorar o nível de eficiência energética de uma empresa. No capítulo seguinte faz-se referência a unidade industrial de Oliveira de Hospital e ao seu processo produtivo. No capítulo 4 encontra-se o estudo prático deste trabalho com o objectivo de optimizar a empresa.





# Abstract

The increase of oil consumption, coupled with the constant increase in its price, which occurred in the industry in the 70s, turned the energy in an important production factor. Thus arose the concept of Energy Management. The energy should be considered as a production factor as important as labor, capital and raw material and, accordingly, must be managed continuously and effectively. In that perspective, the objective of power management is the rationalization of energy consumption to reduce costs, in a way that the quality of service is maintained or even improved.

Summarizing, this project consists on the study of energy optimization of the Industrial unit of Sonae Indústria from Oliveira do Hospital. This study includes the analysis of energy distribution, determination of the installed power, survey and analysis of the consumption of the main consumers, the power factor analysis and analysis of the existing lighting in the unit.

The first phase of this work consisted of a framework of the theme and an exhibition of objectives and motivations behind this. Then, the definition of Energy Management and the approach of many topics related to this theme, such as its framing in the Intensive Energy Consumption System, the process and measures to improve the energy efficiency of a company. The next chapter refers to the plant from Oliveira do Hospital and its production process. The Chapter 4 concerns the study of practical work in order to optimize the company.



# Agradecimentos

Começo por agradecer ao Professor Doutor José Rui da Rocha Pinto Ferreira, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e ao Sr. Manuel Correia, da Sonae Indústria, Secção de manutenção Eléctrica, por terem aceitado co-orientar este trabalho e pelo apoio prestado no decorrer do mesmo.

Agradeço a toda a equipa da secção de manutenção Eléctrica da Sonae Indústria de Oliveira de Hospital, ao Engenheiro Bruno Almeida e ao Senhor Zé Boucinha pela disponibilidade e paciência demonstradas.

Por fim, agradeço à minha família e a todos as pessoas que directa ou indirectamente me ajudaram a tornar este trabalho possível.



# Índice

<b>Capítulo 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Enquadramento.....	1
1.2 - Motivação e Objectivos .....	2
<b>Capítulo 2 .....</b>	<b>3</b>
<b>Gestão de Energia .....</b>	<b>3</b>
2.1 - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia .....	4
2.1.1 - Metas do SGCIE.....	4
2.1.2 - Incentivos .....	5
2.1.3 - Penalidades.....	5
2.2 - O Processo de Gestão de Energia .....	6
2.2.1 - Levantamento Energético.....	8
2.2.2 - Auditoria Energética .....	8
2.2.3 - Plano de Racionalização do Consumo de Energia .....	12
2.2.4 - Implementação e Controlo.....	13
2.3 - Os Gestores de energia .....	13
2.4 - A Eficiência Energética .....	14
2.4.1 - Análise de Facturas de Energia Eléctrica.....	14
2.4.1.1 - Opção Tarifária.....	17
2.4.1.2 - Factor de Potência.....	17
2.4.2 - Análise de Facturas de Gás natural e Gases de Petróleo Liquefeito .....	20
2.4.3 - Força Motriz .....	20

2.4.4 - Iluminação .....	25
<b>Capítulo 3 .....</b>	<b>31</b>
<b>A Sonae Indústria de OH .....</b>	<b>31</b>
3.1 - Sonae Indústria - Oliveira de Hospital.....	31
3.2 - Aglomerados .....	31
3.2.1 - Fabricação de Partículas (PZ) .....	33
3.2.2 - Preparação de Partículas (PU) .....	33
3.2.3 - Secagem de Partículas.....	34
3.2.4 - Separação/Refinação de Partículas .....	34
3.2.5 - Fabricação de painéis .....	35
3.2.6- Acabamento de painéis .....	36
3.3 - Revestimento .....	36
3.3.1 - Impregnação de papel .....	37
3.3.2 - Linhas de revestimento .....	38
<b>Capítulo 4 .....</b>	<b>39</b>
<b>Optimização Energética.....</b>	<b>39</b>
4.1 - Rede de Distribuição .....	39
4.1.1 - A Recepção de Energia .....	40
4.1.2 - Análise da rede de Distribuição.....	40
4.2 - Potência Instalada .....	44
4.3 - Consumos dos Consumidores Principais.....	50
4.3.1 - Recolha e Tratamento de dados .....	51
4.3.2 - Análise dos dados do PT1 .....	51
4.3.3 - Análise dos dados do PT2 .....	56
4.3.4 - Análise dos dados do PT3 .....	64
4.3.5 - Análise dos dados do PT4 .....	67
4.3.6 - Análise dos dados do PT5 .....	72
4.4 - Análise do Destroçador Maier.....	74
4.4.1 - Recolha e Tratamento de Dados.....	74
4.4.2 Análise dos Dados .....	75

4.5 - Análise do Factor de Potência .....	76
4.5.1 - Determinação Factor de Potência .....	77
4.5.2 - Compensação do Factor de Potência .....	79
4.6 - Iluminação.....	82
<b>Capítulo 5 .....</b>	<b>86</b>
<b>Trabalhos de Manutenção .....</b>	<b>86</b>
5.1 - Organização da Manutenção .....	86
5.2 - Bateria de Condensadores.....	87
5.3 - Motores Eléctricos .....	87
<b>Capítulo 6 .....</b>	<b>90</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>90</b>
<b>Referências .....</b>	<b>92</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>94</b>





## Lista de figuras

Figura 2.1 - Metas do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia [2] .....	4
Figura 2.2 - Processo de Gestão de Energia .....	7
Figura 3.1 - Fluxograma do processo produtivo da instalação fabril Aglomerado .....	32
Figura 3.2 - Fluxograma do processo produtivo da instalação fabril Revestimento .....	37
Figura 4.1 - Rede de Distribuição .....	40
Figura 4.2 - Diagrama de Cargas do Quadro Formador+Pré-Prensa+Prensa .....	52
Figura 4.3 - Diagrama de Cargas do Quadro Central Termofluido .....	53
Figura 4.4 - Diagrama de Cargas do Quadro TVM - Sistema de aspiração da linha .....	54
Figura 4.5 - Diagrama de Cargas das Encoladoras .....	55
Figura 4.6 - Diagrama de Cargas das Esquadriadoras .....	55
Figura 4.7 - Diagrama de Cargas da Lixadora 1 .....	57
Figura 4.8 - Diagrama de Cargas da Lixadora 2 .....	57
Figura 4.9 - Diagrama de Cargas do Quadro TVM .....	58
Figura 4.10 - Diagrama de Cargas do Quadro Serra Giben .....	59
Figura 4.11 - Diagrama de Cargas do ventilador da Serra Giben .....	59
Figura 4.12 - Diagrama de Cargas do Compressor 3 na primeira semana .....	60
Figura 4.13 - Diagrama de Cargas do Compressor 2 na primeira semana .....	61
Figura 4.14 - Diagrama de Cargas do Compressor 4 na primeira semana .....	61
Figura 4.15 - Diagrama de Cargas do Compressor 3 na segunda semana .....	62
Figura 4.16 - Diagrama de Cargas do Compressor 2 na segunda semana .....	62
Figura 4.17 - Diagrama de Cargas do Compressor 4 na segunda semana .....	63
Figura 4.18 - Diagrama de Cargas do Quadro Iluminação e Tomadas .....	64
Figura 4.19 - Diagrama de Cargas do Quadro da área Reciclados .....	65
Figura 4.20 - Diagrama de Cargas do Quadro da área de Partículas .....	65
Figura 4.21 - Diagrama de Cargas do Quadro do Moinho de Martelos 6kV .....	66
Figura 4.22 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ1 .....	67
Figura 4.23 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ2 .....	68
Figura 4.24 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ4 .....	68

Figura 4.25 - Diagrama de Cargas da área de Partículas PZ.....	69
Figura 4.26 - Diagrama de Cargas do secador BSH .....	70
Figura 4.27 - Diagrama de Cargas do secador Recalor .....	70
Figura 4.28 - Diagrama de Cargas do Refinador PSKM15 .....	71
Figura 4.29 - Diagrama de Cargas do Moinho de Martelos .....	71
Figura 4.30 - Diagrama de Cargas do Gerador Gases Quentes (circuito 1) .....	73
Figura 4.31 - Diagrama de Cargas do Gerador Gases Quentes (circuito 2) .....	73
Figura 4.32 - Número de horas de funcionamento em vazio do destrojador por dia .....	75
Figura 4.33 - Rendimento do destrojador por dia .....	75
Figura 4.34 - Relação entre potência activa e reactiva.....	77

## Lista de Tabelas

Tabela 2.1- Ciclo Semanal [5] .....	15
Tabela 2.2- Ciclo Semanal Opcional para os clientes MAT, AT, MT [5] .....	16
Tabela 2.3 - Ciclo Diário [5] .....	16
Tabela 2.4 - Tipo de Lâmpadas e as suas propriedades .....	27
Tabela 4.1 - Características dos Transformadores .....	41
Tabela 4.2 - Potência Instalada na Instalação Fabril Aglomerados .....	45
Tabela 4.3 - Potência Instalada no Gerador de Gases Quentes .....	49
Tabela 4.4 - Potência Instalada na Instalação Fabril Revestimento .....	50
Tabela 4.5 - Potência dos Equipamentos existentes no Quadro Formadoras.....	52
Tabela 4.6 - Potência das cinco bombas de termofluido .....	53
Tabela 4.7 - Potência dos equipamentos existentes no quadro TVM .....	54
Tabela 4.8 - Balanço energético do PT1 .....	56
Tabela 4.9 - Características dos compressores .....	60
Tabela 4.10 - Balanço energético do PT2.....	64
Tabela 4.11 - Balanço energético do PT3.....	66
Tabela 4.12 - Balanço energético do PT4.....	72
Tabela 4.13 - Balanço energético do PT5.....	74
Tabela 4.14 - Custo de energia de funcionamento em vazio por Dia .....	76
Tabela 4.15 - Factor de potência médio de cada consumidor .....	78
Tabela 4.16 - Potência reactiva necessária .....	81



## Abreviaturas e símbolos

AT	Alta Tensão
ARCE	Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia
BT	Baixa Tensão
BTE	Baixa Tensão Especial (potência contratada superior a 41,4 kW)
CIE	Instalações Consumidoras Intensivas de Energia
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
DGEG	Direcção-Geral de Energia e Geologia
MAT	Muito Alta Tensão
MT	Média Tensão
PNALE	Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão
PNAEE	Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética
PT	Posto de Transformação
PREn	Plano de Racionalização do Consumo de Energia
RGCE	Regulamento de Gestão de Consumo de energia
SGCIE	Sistema de gestão dos consumos intensivos de Energia
URE	Utilização Racional de Energia



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 - Enquadramento

Após a revolução industrial, as necessidades energéticas das sociedades em geral, têm sofrido um crescimento que tem sido alimentado essencialmente com recurso à utilização de combustíveis fósseis como o carvão, o petróleo e mais recentemente o gás natural. Não obstante, a sua utilização é responsável por constrangimentos ambientais e económicos, resultado de elevadas emissões de gases de efeito de estufa e da dependência económica, resultado das importações.

As crises energéticas dos anos setenta motivaram a economia mundial a aumentar a eficiência energética, tendo sido obtidos nas últimas décadas ganhos elevados de eficiência, embora o consumo total final de energia, na União Europeia, seja aproximadamente 20% superior ao justificável com base em considerações puramente económicas.

Assim, existe uma necessidade de melhorar a eficiência na utilização final de energia, na gestão da procura de energia e na promoção de energia a partir de fontes renováveis. Uma maior eficiência na utilização final de energia contribuirá para a redução do consumo de energia primária, para a redução das emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases com efeito de estufa e, por conseguinte, para a prevenção de alterações climáticas. Também permitirá realizar economias de energia, que contribuem para que a Comunidade reduza a sua dependência face às importações de energia.

Perante este cenário, o Parlamento Europeu e o conselho da União Europeia aprovaram a Directiva n.º 2006/32/CE de 5 de Abril de 2006 referente à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos. O objectivo desta directiva consiste em incrementar a relação custo - eficácia da melhoria da eficiência na utilização final de energia nos Estados-Membros, através do estabelecimento de mecanismos, incentivos e quadros institucionais necessários para eliminar as actuais deficiências e obstáculos do mercado que impedem uma utilização final de energia eficiente, e da criação de condições para o desenvolvimento e

promoção de um mercado dos serviços energéticos e para o desenvolvimento de outras medidas de melhoria da eficiência energética destinadas aos consumidores finais [1].

Esta directiva estabelece a obrigação de os Estados-Membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética, estabelecendo metas de, pelo menos, 1 % de poupança de energia por ano até 2016 [2]. Por esse motivo Portugal aprovou o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - Portugal Eficiência 2015, o PNAEE, na Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 de 20 de Maio 2008.

O PNAEE é um conjunto de programas e medidas de eficiência energética, num horizonte temporal que se estende até ao ano de 2015. O plano é orientado para a gestão da procura energética relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos [2].

O PNAEE abrange quatro áreas específicas, entre elas encontra-se a Indústria. Na área Indústria criou-se um programa designado por Sistema de Eficiência Energética na Indústria, que substituiu o Regulamento de Gestão de Consumo de Energia (Decreto -Lei n.º 58/82, de 26 de Fevereiro) por um novo regulamento denominado Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia - SGCIE. Este programa inclui medidas dirigidas a motores eléctricos, produção de calor e frio e iluminação

### 1.2 - Motivação e Objectivos

O objectivo deste projecto é dar a conhecer a dimensão da importância da gestão de energia na indústria e apresentar a legislação relacionada com a mesma.

Posteriormente realizou-se um estudo de optimização energética na Unidade Industrial Sonae Indústria de Oliveira de Hospital.

Este estudo tem como objectivos específicos:

- Fazer o levantamento do esquema da rede de distribuição da fábrica;
- Construir uma tabela com as potências instaladas em cada sector da fábrica e determinar a potência total instalada;
- Determinar os consumos médios e diários e identificar o regime de funcionamento dos principais consumidores;
- Identificar equipamentos que necessitam melhorar a correcção do factor de potência.
- Identificar se a iluminação existente na instalação é a mais eficiente do ponto de vista energético.



# Capítulo 2

## Gestão de Energia

O aumento do consumo de petróleo, associado ao constante aumento do seu preço, que ocorreu na indústria, na década de 70, tornou a energia num importante factor de produção. Assim, no final dos anos 80 surgiram dois conceitos: Conservação de Energia e Eficiência Energética. Enquanto a Eficiência Energética passa apenas por realizar um conjunto de acções que visam a melhor utilização e aproveitamento da energia disponível, a conservação de energia aponta como meta a redução efectiva dos consumos. O principal instrumento para conseguir reduzir os consumos de energia são as medidas de Utilização Racional de Energia.

O conceito de Utilização Racional de Energia veio alterar decisivamente a forma de encarar a energia, demonstrando que é possível aumentar a produtividade de uma empresa sem aumentar os consumos ou afectar a qualidade da produção. Uma das medidas mais importantes de Utilização Racional de Energia designa-se por Gestão de Energia. A energia deve ser considerada como um factor de produção tão importante como o trabalho, o capital e a matéria-prima e, nesse sentido, deve ser gerida contínua e eficazmente.

Nessa perspectiva, o objectivo da gestão de energia é racionalizar os consumos de energia com vista a reduzir os custos inerentes, de maneira a que a qualidade dos serviços prestados seja mantida ou até melhorada.

As economias de energia proporcionadas por um bom sistema de gestão conduzem:

- Aumento da eficácia;
- Redução da factura energética;
- Acréscimo da produtividade das empresas;
- Aumento da competitividade;
- Conhecimento mais profundo das instalações e da energia despendida no processo produtivo.

## 2.1 - Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia

No âmbito do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - Portugal Eficiência 2015 foi publicado o Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de Abril, que regula o Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia - SGCIE.

Este regulamento tem como objectivo promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia, CIE, com consumos energéticos superior a 500 tep/ano (toneladas equivalente de petróleo por ano).

O SGCIE obriga que as instalações CIE efectuem, periodicamente, auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética. Obriga, ainda, que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia (PREn), que visam o aumento global da eficiência energética, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a Direcção-Geral de Energia e Geologia, DGEG [3]. As instalações CIE sujeitas ao Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão, PNALE, ficam isentas do cumprimento destas obrigações.

### 2.1.1 - Metas do SGCIE

O Plano de Racionalização do Consumo de Energia, PREn, elaborado com base nos relatórios das auditorias energéticas, deve estabelecer metas relativas às Intensidades Energética e Carbónica e ao Consumo Específico de Energia.

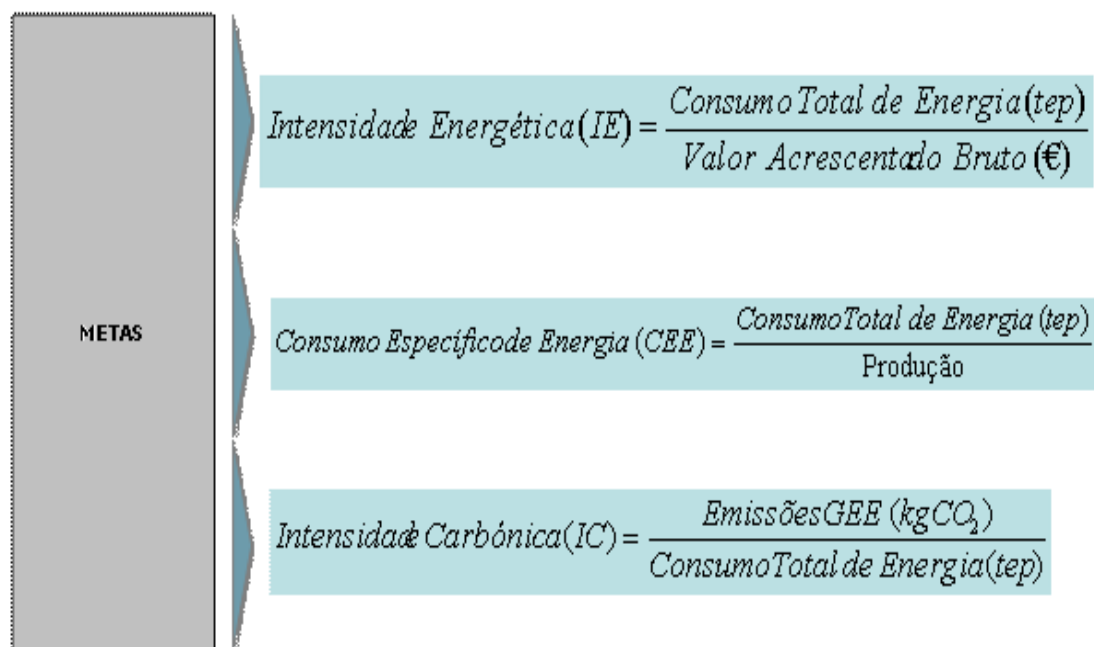


Figura 2.1 - Metas do Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia [3]

As metas referidas estão sujeitas aos seguintes valores [4]:

- No mínimo, uma melhoria de 6% do indicador de Intensidade Energética, em seis anos, quando se trate de instalações com consumo intensivo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou melhoria de 4% em oito anos para as restantes instalações;
- No mínimo, a manutenção dos valores históricos de intensidade carbónica.

O PReN quando aprovado pela DGEG designa-se por Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE).

### **2.1.2 - Incentivos**

As instalações abrangidas pelo ARCE beneficiam de estímulos e incentivos para promover a eficiência energética.

Esses estímulos e incentivos são os seguintes [4]:

- No caso de consumos inferiores a 1000 tep/ano, ao ressarcimento de 50% do custo das auditorias energéticas obrigatórias, até ao limite de €750 e na medida das disponibilidades do fundo de eficiência energética existentes para o efeito, recuperáveis a partir do relatório de execução e progresso que verifique o cumprimento de pelo menos 50% das medidas previstas no ARCE;
- Ao ressarcimento de 25% dos investimentos realizados em equipamentos e sistemas de gestão e monitorização dos consumos de energia até ao limite de €10000 e na medida das disponibilidades do fundo de eficiência energética existentes para o efeito.

No caso das instalações que consumam apenas gás natural como combustível e/ou energias renováveis, os limites previstos são majorados em 25% no caso das renováveis e 15% no caso do gás natural [4].

### **2.1.3 - Penalidades**

Se as metas não foram cumpridas ou se as medidas definidas no ARCE não forem implementadas e nos casos em que a instalação não tenha recuperado os desvios são impostas penalidades à instalação.

Essas penalidades são as seguintes [4]:

- O pagamento pelo operador do montante de €50 por tep/ano não evitado quando o desvio a apurar no final do período de vigência do ARCE for igual ou superior a 25%, o qual é agravado em 100% em caso de reincidência;
- O pagamento do valor recebido em virtude da concessão dos apoios e do valor proporcional correspondente aos benefícios decorrentes do facto da instalação se encontrar abrangida pelo ARCE quando o desvio a apurar no final do período de vigência do ARCE for igual ou superior a 50%, para além do pagamento previsto na alínea anterior.

Os montantes pagos são reembolsáveis em 75%, desde que a instalação recupere, no ano seguinte à aplicação da penalidade, os desvios ao cumprimento do ARCE que determinaram a aplicação da penalidade.

## 2.2 - O Processo de Gestão de Energia

Existem diferentes métodos de gestão aplicáveis. A opção sobre o melhor método e sobre o nível de execução deverá ser tomada pelo Gestor de Energia, em função da dimensão e da complexidade da instalação consumidora a gerir [5].

Assim, é fundamental que o método utilizado permita, genericamente:

- A medição e a valorização da energia consumida, seja ao nível global seja por sector produtivo da empresa;
- O cálculo do valor da energia transformada no seio da empresa;
- A determinação do peso da energia no preço dos produtos fabricados;
- A análise da situação existente para determinar as possibilidades de acção e fixar as prioridades e as metas a atingir;
- A avaliação e o acompanhamento da rentabilidade dos investimentos em eficiência energética.

O método de gestão a implementar deverá ser capaz de, a partir da informação recebida pela auditoria energética, desenvolver um conjunto de acções de controlo, associadas ao estabelecimento das metas a serem atingidas.

A figura 2.2 apresenta uma metodologia para execução de um processo de gestão da energia.

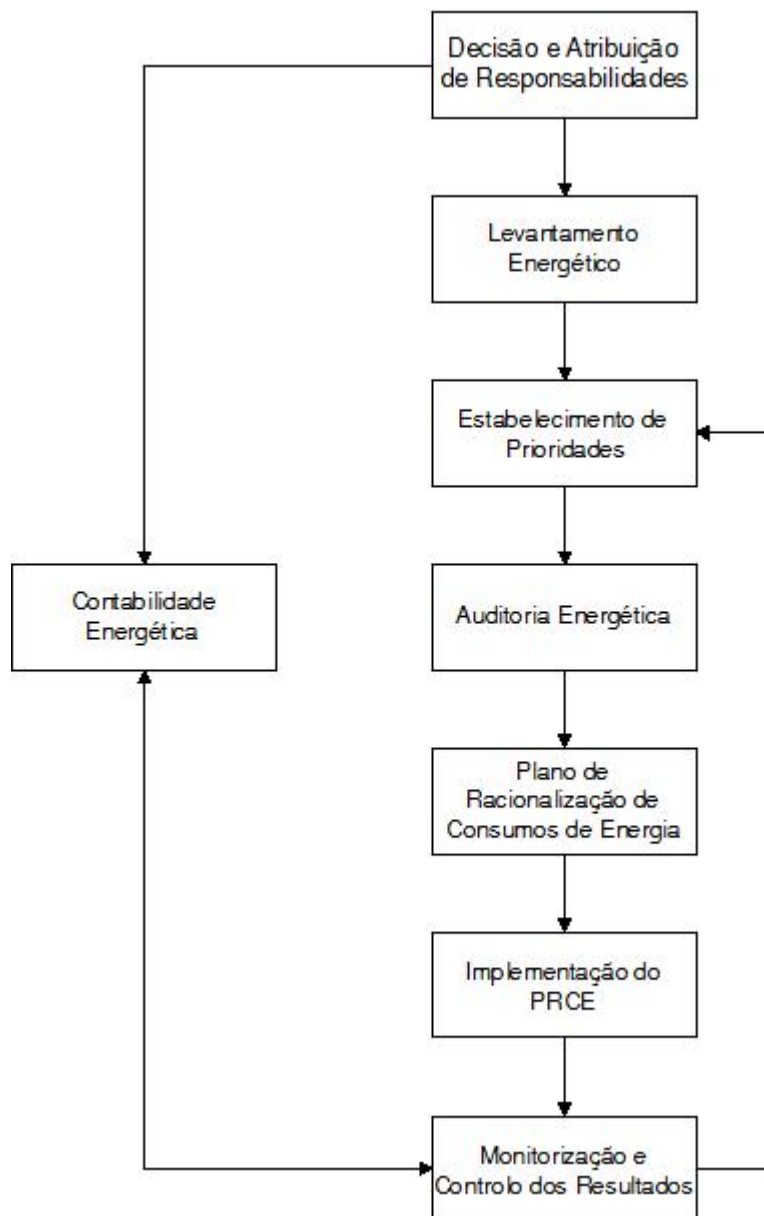


Figura 2.2 - Processo de Gestão de Energia

O início do processo da gestão de energia passará pelo cumprimento de algumas etapas prévias, que correspondem ao conhecimento e avaliação da instalação consumidora:

- Levantamento Energético;
- Auditoria Energética;
- Plano de racionalização dos Consumos de Energia;
- Implementação e controlo.

### **2.2.1 - Levantamento Energético**

Esta primeira fase consiste em conhecer a situação energética da empresa. Pode interpretar-se como a primeira radiografia ao desempenho energético da unidade fabril. Através dela, avalia-se quanta energia é efectivamente consumida e de que forma é essa energia utilizada, estabelecem-se os principais fluxos e identificam-se os sectores ou equipamentos onde se consome mais energia e onde existe maior desperdício.

### **2.2.2 - Auditoria Energética**

A auditoria energética é o processo seguinte após o levantamento energético, completando os objectivos deste.

Uma auditoria energética consiste num exame detalhado das condições de utilização da energia de uma instalação consumidora intensiva de energia. Tem como objectivos a análise das condições de energia nas instalações, a caracterização energética dos diferentes equipamentos e a identificação das medidas com viabilidade técnico-económica possíveis de implementar, de modo a aumentar a eficiência energética e a reduzir a factura energética associada às actividades da instalação em questão [6].

A auditoria energética surge assim como um instrumento fundamental para contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como finalidade reduzir essas perdas sem prejudicar a produção, isto é, economizar energia através do uso mais eficiente da mesma. Fornece objectivos numéricos, para além de especificar como estes se atingem.

É obrigatória a realização das auditorias energéticas [4]:

- Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de seis anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no prazo de quatro meses após o registo;
- Nas instalações com consumo de energia igual ou superior a 500 tep/ano mas inferior a 1000 tep/ano, com uma periodicidade de oito anos, sendo que a primeira destas auditorias deve ser realizada no ano seguinte ao do registo.

Uma auditoria típica deverá ser capaz de atingir os seguintes objectivos [6]:

- Quantificar os consumos energéticos por instalação global, principais secções e equipamentos e a sua importância no custo final do(s) produto(s);
- Efectuar uma inspecção visual dos equipamentos e ou sistemas consumidores de energia, complementada pelas medições necessárias;

- Esclarecer como é transformada a energia e quais os seus custos;
- Efectuar um levantamento e caracterização detalhados dos principais equipamentos consumidores de energia, sobretudo com maior peso em termos de potência instalada, quer eléctrica, quer térmica;
- Obter diagramas de carga (DDC) eléctricos dos sistemas considerados grandes consumidores de electricidade;
- Determinar a eficiência energética dos geradores de energia térmica eventualmente existentes, pelos métodos das perdas ou directo;
- Verificar o estado das instalações de transporte e distribuição de energia;
- Verificar a existência do bom funcionamento dos aparelhos de controlo e regulação do equipamento de conversão e utilização de energia;
- Realizar balanços de massa e energia aos principais equipamentos consumidores de energia térmica;
- Determinar consumos específicos de energia durante o período de realização da auditoria, para posterior comparação com os valores médios mensais e anuais e detecção de eventuais variações sazonais;
- Determinar o quociente entre o consumo energético total e o valor acrescentado bruto (kgep/VAB) da actividade empresarial directamente ligada à instalação consumidora intensiva de energia, bem como, o consumo específico de energia (kgep/unidade de produção);
- Identificar e quantificar as possíveis áreas onde as economias de energia são viáveis, como resultado das situações encontradas/anomalias detectadas e medições efectuadas;
- Definir intervenções com viabilidade técnico-económica, conducentes ao aumento da eficiência energética e ou à redução da factura energética;
- Definir as linhas orientadoras para a implementação ou melhoria de um esquema operacional de Gestão de Energia.

A condução de uma auditoria a uma empresa obedece a um conjunto de procedimentos e de normas que têm que ser seguidas. No final deverá resultar um relatório completo sobre o estado das instalações, processos ou equipamentos, assim como recomendações de medidas de intervenção e a sua viabilidade.

Dependendo do grau de complexidade da instalação e do fim a que se destina a auditoria energética existem dois tipos de auditorias: auditoria simples e auditoria completa [7].

Uma auditoria simples tem como finalidade fazer um diagnóstico da situação energética de uma instalação, consistindo numa simples observação visual para identificar falhas e numa recolha de dados susceptíveis de fornecer alguma informação sobre os consumos específicos

de energia. Utilizam como informação mais relevante a facturação relativa aos diferentes tipos de consumos de energia e a informação relativa ao processo, que inclui as características dos equipamentos principais e horas de funcionamento. Em alguns casos, estas informações são complementadas utilizando curvas de consumo características aplicadas ao consumo global e medição pontual de condições interiores.

Esta auditoria permite estabelecer os coeficientes de consumo energético que podem ser comparados com os valores limites estabelecidos pelo SGCEI.

As auditorias energéticas simples podem ser suficientes para que seja cumprida a legislação, mas, na maioria dos casos, não será suficiente para determinar a melhor solução técnico-económica. Este tipo de auditorias têm como grande vantagem serem de curta duração conseguindo-se deste modo uma resposta rápida, tendo ainda inerente um custo bastante reduzido. No entanto as auditorias energéticas simples apenas permitem uma informação a nível mensal.

A auditoria completa permite monitorizar os sistemas. Consiste num levantamento aprofundado da situação energética, analisando-se as quantidades de energia utilizadas em cada uma das operações do processo de fabrico. A função deste tipo de auditorias é a de apoiar o Gestor de Energia na selecção tecnológica mais adequada para possíveis investimentos para uma utilização racional da energia.

A decisão entre auditoria energética simples ou completa deve ser tomada tendo em conta a dimensão do sistema, o nível de qualidade e precisão dos resultados pretendidos, assim como o custo inerente.

Duma maneira geral as auditorias energéticas são caracterizadas por quatro fases:

- Preparação da Intervenção;
- Intervenção no local a auditar;
- Tratamento da informação recolhida;
- Elaboração do relatório com formulação de recomendações.

### **Preparação da intervenção**

Esta fase de uma auditoria é muito importante. Constitui uma etapa decisiva para a qualidade do trabalho a desenvolver.

Antes de iniciar a auditoria é necessário conhecer o processo de fabrico da indústria a auditar, sendo que esta análise deve abranger todos os passos do processo de fabrico.

Deve-se também identificar a informação a obter (facturas energéticas) e a existência ou não de pontos de medição.



Tendo uma análise global da instalação define-se a matriz de intervenção, que é baseada no conhecimento correcto do sistema de distribuição de energia eléctrica e dos consumos típicos de cada um dos equipamentos que utilizam.

### **Intervenção no local**

Esta fase compreende a recolha de toda a informação possível e útil para a elaboração do relatório, começando por fazer todas as medições necessárias à identificação das possibilidades reais de economia de energia, analisando as operações ou os equipamentos mais consumidores de energia.

Deve-se recolher toda a informação sobre a produção, os consumos energéticos totais, as facturas energéticas e os respectivos custos. Quando existirem equipamentos grandes consumidores de energia deve-se também fazer um balanço de massa e energia, com o intuito de determinar a quantidade de energia consumida, tendo em vista a sua regulação, controlo e manutenção mais adequada, assim como a implementação de sistemas de recuperação de energia.

A eficácia da auditoria depende fortemente da qualidade do trabalho desenvolvido nesta fase.

### **Tratamento da informação**

Após a intervenção no local, os auditores deverão organizar e tratar toda a informação recolhida ao longo das duas primeiras fases. O tratamento da informação deve privilegiar a produção de um conjunto de indicadores e outros resultados, de natureza quantitativa, susceptíveis de permitir uma avaliação rigorosa do desempenho energético da instalação.

Realizam-se os cálculos dos consumos específicos de energia por produto, sector, equipamento e o global da instalação. Determina-se também as eficiências energéticas dos equipamentos maiores consumidores de energia de forma a fazer-se uma análise crítica e a compará-los com outros equipamentos que apresentem melhores rendimentos. Desta forma faz-se uma análise do processo de forma a corrigir procedimentos de maneira a obter uma eficiência energética melhor mas sem por em causa os níveis de produtividade e a qualidade do produto final.

Neste ponto são detectadas as situações de má utilização de energia, estudando as possíveis soluções a implementar para corrigir as anomalias, fazendo-se uma análise técnico-económica às mesmas quantificando as potenciais economias de energia.

### **Relatório da auditoria energética**

No fim de todo este processo, é necessário elaborar um relatório onde conste de forma sucinta toda a informação recolhida, a análise sobre a situação energética da empresa, as situações encontradas, a identificação das anomalias e as propostas de medidas consideradas mais convenientes para as anular ou diminuir.

De uma forma geral o relatório deve conter elementos referentes à identificação da instalação e à sua evolução ao longo dos anos. O relatório deve ainda conter um exame da instalação onde é feito um estudo das condições de utilização de energia por tipo de produto, processo e sector.

A estrutura de um relatório de auditoria é necessariamente afectada pelas características específicas do subsector de actividade e da instalação auditada, devendo constar os seguintes elementos:

- Objectivos e enquadramento da auditoria;
- Identificação da instalação;
- Contabilidade energética;
- Análise dos equipamentos de produção, distribuição e utilização de energia;
- Cálculo de consumos específicos de energia por produto fabricado e a sua comparação com os valores legislados

### 2.2.3 - Plano de Racionalização do Consumo de Energia

Depois de realizada a auditoria por técnicos especializados reconhecidos pela DGEG, é elaborado o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PREn), ficando assim a empresa a conhecer o ponto da situação e o procedimento a seguir para reduzir os consumos específicos e a intensidade energética.

O Plano de Racionalização do Consumo de Energia deve prever a implementação, nos primeiros três anos, de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos, no caso das instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou com um período de retorno do investimento inferior ou igual a três anos no caso das restantes instalações [4].

O PREn deve ainda estabelecer metas relativas à intensidade energética e carbónica e ao Consumo Específico de Energia. A intensidade energética é definida pelo quociente entre o consumo total de energia e o valor acrescentado bruto das actividades empresariais directamente ligadas a essas instalações industriais, a intensidade carbónica pelo quociente entre o valor das emissões de gases com efeito de estufa, referidos a quilogramas de CO<sub>2</sub> equivalente, e o consumo total de energia e o consumo específico de energia, pelo quociente entre o consumo total de energia e o volume de produção [6].

No PREn deverão ser indicadas as modificações ou substituições a introduzir nos equipamentos ou na instalação existentes, quantificando as reduções de consumo

consequentes, o respectivo programa de implementação e o impacto na redução dos indicadores de eficiência energética da instalação.

O PREn é apresentado à ADENE nos quatro meses seguintes ao vencimento do prazo para a realização da auditoria energética [4]. Se o PREn estiver devidamente instruído, a ADENE submete-o à aprovação da DGEG, que será designado por Acordo de Racionalização dos Consumos de Energia (ARCE) se for aprovado.

#### **2.2.4 - Implementação e Controlo**

A implementação do Plano de Racionalização deverá ser acompanhada pelos técnicos que acompanharam as fases anteriores de forma a assegurar a concretização das soluções adoptadas e manter um registo actualizado, pelo qual se possam verificar mensalmente os desvios em relação ao plano.

Deverão ser elaborados relatórios com periodicidade trimestral e um relatório anual sobre o ponto da situação da implementação do plano, indicando os resultados obtidos, os desvios verificados e as medidas tomadas para a sua correcção, que deverão ser entregues a DGEG.

### **2.3 - Os Gestores de energia**

O gestor de energia é um profissional que possui formação superior especializada na área de energia, responsável por todas as actividades relacionadas com a sua gestão dentro da empresa.

As suas principais funções incluem [5]:

- Preparação de um plano anual de actividades no qual constem medidas e investimentos atractivos para a redução da factura energética;
- Iniciação de actividades de monitorização e controlo de processos com o objectivo de redução da factura energética;
- Análise do desempenho do equipamento do ponto de vista da eficiência energética;
- Assegurar o funcionamento e calibração correctos da instrumentação necessária para a medição dos consumos energéticos;
- Preparação de informação e de sessões de esclarecimento internas a disponibilizar aos restantes colaboradores da empresa;
- Estabelecimento de uma metodologia de cálculo dos consumos específicos dos vários serviços ou produtos da empresa;
- Desenvolvimento e gestão de programas de treino para melhorar a eficiência energética ao nível operacional;
- Desenvolvimento de sistemas de melhoria de eficiência energética e ambiental;

- Coordenação na implementação de medidas que constam na auditoria energética;
- Estabelecimento ou participação nas trocas de informação com outros gestores de energia de empresas do mesmo sector de actividade;
- Motivação dos colaboradores da empresa com o objectivo de atingir maior desempenho e produtividade.

Uma empresa dispõe de duas possibilidades para suprir as suas necessidades de recursos para um processo de gestão de energia, através da contratação de um técnico especializado com formação na área da energia, ou em oposição o recurso a outsourcing. A selecção de qualquer uma das opções dependerá de uma avaliação das necessidades e capacidade financeira da empresa. O importante será assegurar que a gestão de energia da empresa fique a cargo de técnicos especializados.

## 2.4 - A Eficiência Energética

A eficiência energética consiste na optimização de todos os processos e equipamentos que fazem uso da energia, tendo em vista a redução dos consumos. A presente secção concentra atenções em eventuais oportunidades de redução da factura energética e nas potenciais acções que podem ser realizadas.

### 2.4.1 - Análise de Facturas de Energia Eléctrica

As facturas de Energia eléctrica consistem nos registos descritivos dos consumos de energia da empresa. Tendo por base estes documentos é possível determinar o consumo de energia eléctrica num determinado período de tempo, o seu custo, o tarifário energético associado e outras informações úteis. São documentos que em virtude da sua natureza técnica devem ser analisados com atenção.

A análise das facturas eléctricas serve essencialmente para verificar se a opção tarifária da empresa é a melhor, analisar a distribuição dos consumos por horas cheias, vazio e pontas, verificar se existe pagamento de energia reactiva ou não e observar a evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada [7].

Com a análise da factura de energia eléctrica, podem ser encontradas medidas de aplicação imediata ou a curto prazo que podem representar reduções significativas na factura energética:

- Consumo de energia reactiva - O pagamento de energia reactiva pode ser evitado através da instalação de um sistema de baterias de condensadores, que evitam o consumo de energia reactiva a partir da rede do distribuidor;

- Potência em horas de Ponta e Potência contratada - No caso de se verificar uma evidente inferioridade da potência em horas de Ponta, pode ser solicitada uma redução da potência contratada dentro de certos limites
- A restante análise a efectuar resulta da simulação de alguns cenários de tarifação e terá obrigatoriamente que incluir a energia activa consumida nos diferentes períodos de facturação, a tarifa do contrato e o ciclo horário.

A estrutura da factura eléctrica baseia-se nas seguintes parcelas:

- Energia activa
- Energia reactiva
- Potência contratada
- Potência em horas de ponta

A parcela de energia activa mantém uma estrutura de cálculo baseada na multiplicação do preço do kWh pelo consumo, desagregado por períodos horários: horas de ponta, horas cheias, horas de vazio normal e horas de super vazio. Existe ainda a distinção entre consumos em quatro períodos anuais: Período I (1 de Janeiro a 31 de Março), Período II (1 de Abril a 30 de Junho), Período III (1 de Julho a 30 de Setembro) e Período IV (1 de Outubro a 31 de Dezembro).

Nas tabelas 2.1 a 2.3 apresentam-se os horários para os diferentes períodos tarifários para a opção tarifária de ciclo semanal e ciclo diário.

Tabela 2.1- Ciclo Semanal [8]

Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Domingo		Domingo	
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h

Tabela 2.2- Ciclo Semanal Opcional para os clientes MAT, AT, MT [8]

Período de hora legal de Inverno	Período de hora legal de Verão
De segunda-feira a sexta-feira	De segunda-feira a sexta-feira
Ponta: 17.00/22.00 h	Ponta: 14.00/17.00 h
Cheias: 00.00/00.30 h 07.30/17.00 h 22.00/24.00 h	Cheias: 00.00/00.30 h 07.30/14.00 h 17.00/24.00 h
Super vazio: 02.00/08.00 h	Super vazio: 02.00/08.00 h
Vazio normal: 00.30/02.00 h 08.00/07.30 h	Vazio normal: 00.30/02.00 h 08.00/07.30 h
Sábado	Sábado
Cheias: 10.30/12.30 h 17.30/22.30 h	Cheias: 10.00/13.30 h 18.30/23.00 h
Super vazio: 03.00/07.00 h	Super vazio: 03.30/07.30 h
Vazio normal: 00.00/03.00 h 07.00/10.30 h 12.30/17.30 h 22.30/24.00 h	Vazio normal: 00.00/03.30 h 07.30/10.00 h 13.30/19.30 h 23.00/24.00 h
Domingo	Domingo
Super vazio: 04.00/08.00 h	Super vazio: 04.00/08.00 h
Vazio normal: 00.00/04.00 h 08.00/24.00 h	Vazio normal: 00.00/04.00 h 08.00/24.00 h

Tabela 2.3 - Ciclo Diário [8]

Período de hora legal de Inverno	Período de hora legal de Verão
Ponta: 09.30/11.30 h 19.00/21.00 h	Ponta: 10.30/12.30 h 20.00/22.00 h
Cheias: 08.00/09.30 h 11.30/19.00 h 21.00/22.00 h	Cheias: 09.00/10.30 h 12.30/20.00 h 22.00/23.00 h
Super vazio: 02.00/06.00 h	Super vazio: 02.00/06.00 h
Vazio normal: 22.00/02.00 h 06.00/08.00 h	Vazio normal: 23.00/02.00 h 06.00/09.00 h

Os valores de consumo de energia activa nos diversos períodos diários, conjugados com a análise do tipo de processo/laboração/organização da empresa, podem sugerir medidas destinadas a reduzir custos energéticos. Por vezes, consumos substanciais podem ser transferidos das horas de ponta para as horas cheias ou de vazio.

Em BTE, MT, AT e MAT pode ser cobrada a energia reactiva consumida pelo consumidor caso esta exceda 40% da energia activa consumida, fora das horas de vazio. Ou seja, a energia reactiva é cobrada quando o factor de potência da instalação é inferior a 0,93.

Em relação à parcela de Potência Contratada, o seu valor é actualizado para a máxima potência activa média, registada em intervalo ininterrupto de 15 minutos, durante os 12

meses anteriores, incluindo o mês a que a factura respeita. A Potência em Horas de Ponta (PHP) corresponde ao quociente mensal entre a energia activa consumida em horas de ponta e o número de horas de ponta para o mesmo período.

A situação de mínimo custo é a absoluta concordância entre a Potência Contratada e a Potência em Horas de Ponta, devendo ambas ter o mínimo valor possível.

#### **2.4.1.1 - Opção Tarifária**

Em cada nível de tensão são postas à disposição dos consumidores diversas opções tarifárias, sendo para cada uma delas impostos limites da potência contratada.

As opções tarifárias são diferenciadas pelo nível de tensão e a utilização da potência.

Os níveis de tensão existentes são os seguintes:

- BTN - Baixa tensão com potência contratada inferior ou igual a 41,4 kW
- BTE - Baixa tensão com potência contratada superior a 41,4 kW
- MT - Média tensão (superior a 1 kV e inferior a 45 kV)
- AT - Alta tensão (superior a 45 kV e inferior a 110 kV)
- MAT - Muita alta tensão (superior a 110 kV)

A potência pode ser de:

- Curtas Utilizações
- Médias Utilizações
- Longas Utilizações

A opção tarifária adoptada pelas empresas nem sempre é a que minimiza os custos da factura de energia eléctrica, como tal também deverá fazer-se uma análise deste factor. Uma ou mais facturas de energia eléctrica fornecem os elementos necessários que permitem apurar se esta situação se verifica ou não.

Em geral, para verificar se a opção tarifária é a ideal para a empresa consumidora basta considerar os valores dos consumos registados nas facturas e recalcular a quantia a pagar, substituindo os preços unitários pelos seus correspondentes de outras opções tarifárias.

#### **2.4.1.2 - Factor de Potência**

Determinado tipo de equipamentos eléctricos podem consumir dois tipos de energia: Energia Activa e Energia Reactiva. Enquanto a Energia activa realiza o trabalho desejado, a

Energia reactiva serve apenas para alimentar os circuitos magnéticos dos dispositivos eléctricos.

Numa unidade industrial os grandes responsáveis pelo consumo de energia reactiva são:

- Motores eléctricos;
- Transformadores;
- Balastos;
- Fornos de indução.

Os consumos excessivos de energia reactiva, determinados por baixos valores do factor de potência, apresentam inconvenientes diversos que se traduzem geralmente em piores condições de exploração da instalação, das quais se destacam:

- Aumento da factura de electricidade, devido ao facto da EDP cobrar toda a energia reactiva superior a 40% da energia activa consumida;
- Aumento das perdas de energia na instalação;
- Diminuição da capacidade de transporte de potência activa nos cabos e transformadores;
- Sobrecarga da rede da instalação ou, para tal ser evitado, sobredimensionamento da rede;
- Redução da vida útil dos equipamentos devido às sobrecargas frequentes que provocam o aquecimento excessivo nos dispositivos de comando e protecção das redes eléctricas, encurtando a sua duração e comprometendo a segurança das instalações.

As causas mais comuns da ocorrência de baixo factor de potência são:

- Máquinas Eléctricas funcionando em “vazio” ou com pequenas cargas;
- Máquinas Eléctricas super-dimensionadas;
- Grande quantidade de motores de pequena potência;
- Excesso de energia reactiva capacitiva.

No melhoramento do factor de potência existem duas medidas a considerar. A primeira medida é a análise das causas que levam à utilização excessiva de energia reactiva. A eliminação dessas causas passa pela racionalização do uso de equipamentos, como desligar motores em vazio, redimensionar equipamentos, redistribuir cargas pelos diversos circuitos. Apenas medidas como estas podem, eventualmente, solucionar o problema de excesso de energia reactiva nas instalações [7].



A segunda medida para reduzir a circulação de energia reactiva consiste em produzi-la dentro da própria instalação utilizando baterias de condensadores. Assim, a energia reactiva fica limitada a estes equipamentos.

Normalmente, as necessidades de compensação não são constantes, por isso deve-se controlar permanentemente a quantidade de compensação de energia reactiva, introduzindo ou retirando condensadores, de forma a manter o factor de potência entre +0,93 e -0,93. Ou seja, deve-se instalar equipamentos de controlo de energia reactiva.

Tendo em conta a localização dos condensadores, a compensação do factor de potência poderá ser efectuada de diversas maneiras:

- Compensação Individual;
- Compensação por Grupos de Receptores;
- Compensação Geral;
- Compensação Combinada.

A compensação individual é efectuada ligando os condensadores junto ao equipamento cujo factor de potência se pretende melhorar. Representa, do ponto de vista técnico, a melhor solução, apresentando as seguintes vantagens:

- Reduz as perdas energéticas em toda a instalação, diminuindo os encargos com a energia eléctrica;
- Diminui a carga sobre os circuitos de alimentação dos equipamentos compensados;
- Melhora os níveis de tensão em toda a instalação.

No, entanto as despesas de instalação são maiores do que nas outras opções e é difícil ajustar a potência de compensação de qualquer equipamento para as potências normalmente disponíveis no mercado.

Na Compensação por Grupos de Receptores a bateria de condensadores é instalada de forma a compensar um sector, ou um conjunto de máquinas. É colocada junto ao quadro parcial que alimenta esses receptores. A potência necessária será menor que no caso da compensação individual, o que torna a instalação mais económica.

A Compensação Geral é realizada instalando a bateria de condensadores à saída do transformador se a instalação for alimentada em MT ou do Quadro Geral se a instalação for alimentada em BT. Utiliza-se em grandes instalações eléctricas, com um grande número de receptores de potências diferentes e regimes de utilização pouco uniformes.

Em muitos casos, utilizam-se conjuntamente os diversos tipos de compensação.

### 2.4.2 - Análise de Facturas de Gás natural e Gases de Petróleo Liquefeito

As facturas de gás são documentos que contêm a informação relativa ao seu consumo e facturação. Uma factura de gás requer uma análise mais simples do que a factura de electricidade, pois não possui tantas variáveis de consumo, ficando a facturação restrita apenas ao consumo verificado e ao escalão no qual o mesmo se insere [7].

O escalão de consumo representa o consumo anual de gás e é mantido entre dois parâmetros, superior e inferior. Este escalão de consumo tem uma taxa fixa associado que é maior quanto mais elevado for o escalão de consumo. Adicionalmente, tem também uma taxa variável que é menor quanto maior for o escalão de consumo. A empresa tem por isso benefícios na definição correcta do seu escalão de consumo, pois desta forma consegue a optimização do seu tarifário em função dos consumos que realmente realiza.

O preço do gás natural e o respectivo escalão de consumo variam de acordo com o distribuidor, no entanto, as empresas não possuem, até ao momento, liberdade de selecção, uma vez que, cada região do país tem apenas uma entidade distribuidora designada.

A facturação do gás propano canalizado é realizada de forma semelhante à facturação do gás natural canalizado.

### 2.4.3 - Força Motriz

A utilização fundamental de electricidade numa instalação industrial é em força motriz.

Os motores eléctricos efectuem a conversão da energia eléctrica recebida da rede em energia mecânica no seu veio, por intermédio das interacções electromagnéticas e mecânicas entre os enrolamentos e os materiais magnéticos do rotor e estator.

Os motores eléctricos são classificados em motores de corrente contínua (DC), de corrente alternada síncronos (AC) e de indução (AC). Na indústria, o motor de indução possui a maior capacidade instalada, uma vez que é um motor robusto, construção normalizada, baixo preço e necessita de pouca manutenção.

Basicamente os motores de indução são constituídos pelos seguintes elementos [9]:

- Estator - Circuito magnético fixo laminado, que possui ranhuras alinhadas axialmente e igualmente espaçadas, na face interna.
- Enrolamento do estator, bobinado e trifásico, alimentado pela rede em corrente alternada;
- Rotor - Circuito magnético laminado, ranhurado axialmente na face externa.
- Carcaça - Protege o motor em relação ao exterior
- Veio - é o elemento transmissor de energia mecânica para o exterior.

Quando o motor é alimentado com um sistema trifásico simétrico de tensões, o enrolamento do estator cria um campo magnético girante. Este campo actua sobre o

enrolamento rotórico, induzindo nele uma força electromotriz que, visto o enrolamento se encontrar fechado, origina a circulação de corrente rotórica. Esta corrente induzida no rotor tende a opor-se à causa que lhe deu origem, criando, assim, um movimento giratório no rotor.

O motor eléctrico transforma, então, a energia eléctrica fornecida pela rede em energia mecânica e uma reduzida percentagem em perdas.

As perdas num motor de indução correspondem à energia que não é convertida em trabalho útil, e que é transformada em calor. Por isso, as perdas não só contribuem para a redução do rendimento do motor, mas também vão provocar um aumento de temperatura do motor. Um aumento excessivo de temperatura pode conduzir a uma redução substancial da vida do motor.

As perdas num motor podem ser classificadas nos seguintes tipos:

- Perdas no cobre por efeito de Joule - estas perdas nos condutores de cobre dos enrolamentos do estator e do rotor, devem-se à passagem da corrente, sendo proporcionais ao quadrado da corrente e ao valor da resistência;
- Perdas magnéticas no ferro - as perdas no ferro estão associadas à variação no tempo do fluxo magnético, produzindo correntes induzidas no ferro (correntes de Foucault) e perdas por histerese (associadas aos ciclos de magnetização do ferro). Estas perdas são aproximadamente proporcionais ao quadrado da densidade do fluxo magnético;
- Perdas mecânicas - estas perdas derivam do atrito nos rolamentos e da ventilação do motor;
- Perdas Adicionais - estão associadas a imperfeições no fabrico dos motores, nomeadamente às distorções do entreferro, às irregularidades na densidade de fluxo magnético no entreferro e à distribuição não uniforme da corrente dos condutores.

As perdas magnéticas e as perdas mecânicas são praticamente constantes, não variando com a carga. Pelo contrário, as perdas no cobre e as perdas adicionais mostram um crescimento substancial (quadrático) com o aumento da carga.

Devido às perdas constantes (soma das perdas magnéticas e das perdas mecânicas), o rendimento dos motores de indução cai substancialmente para cargas inferiores a 50% da carga nominal. Entre 50% e 100% da carga o rendimento dos motores de indução permanece aproximadamente constante. O ponto de máximo rendimento ocorre normalmente entre 75 e 100% da carga, dependendo do projecto do motor.

### **Sobredimensionamento de motores**

O sobredimensionamento de motores de indução é uma situação muito frequente na indústria, devido à utilização sistemática de factores de segurança muito elevados no dimensionamento desses motores. Como muitas vezes não se sabe com rigor qual vai ser a carga que o motor vai ter de vencer, opta-se por sobredimensionar aquele e, por vezes, também o dispositivo actuado pelo motor. O sobredimensionamento excessivo dos motores de indução acarreta as seguintes desvantagens:

- Investimento inicial maior na aquisição do motor e na aparelhagem de comando e protecção do motor;
- Degradação do rendimento do motor, conduzindo a maiores custos de funcionamento da instalação;
- Degradação do factor de potência da instalação, com o consequente aumento dos custos na factura de energia eléctrica ou a necessidade de aquisição de equipamentos para compensar o factor de potência. O factor de potência decresce continuamente com a diminuição da carga.

### **Variadores electrónicos de velocidade**

A maioria dos motores utilizados na indústria são de velocidade aproximadamente constante. Se a velocidade do motor se ajustasse às necessidades do processo, existiria um melhor consumo de electricidade e desempenho global, ou seja, os benefícios da variação da velocidade incluem uma melhoria da produtividade e qualidade dos produtos, menos desgaste nos componentes mecânicos e uma poupança substancial de energia.

Os variadores electrónicos de velocidade são mais atractivos do ponto de vista económico, de desempenho e fiabilidade, fornecendo maiores possibilidades de amortização rápida dos respectivos custos e de poupança energética.

As vantagens proporcionadas pela aplicação dos variadores electrónicos de velocidade a motores eléctricos na indústria, em geral, podem resumir-se a:

- Economias de energia até 50% ou mais, com um valor médio de 20 - 25%;
- Redução das pontas de potência, proporcionada pelos arranques suaves que permitem efectuar;
- Prolongamento da duração do motor;
- Melhoria do factor de potência e consequente redução da energia reactiva e, eventualmente, da correspondente parcela da factura energética;
- Aumento da produtividade;
- Melhoria do processo de controlo e portanto da qualidade do produto.

A aplicação de variadores electrónicos de velocidade também pode dar lugar a alguns efeitos indesejáveis, especialmente poluição harmónica que tende a aumentar as perdas nos motores, o que pode reflectir-se num baixo factor de potência e em interferências electromagnéticas.

### **Arrancadores suaves**

A corrente de arranque em ligação directa para um motor de indução pode ser seis ou sete vezes a corrente normal à plena carga, por isso o tipo de arranque adequado dos motores de indução constitui uma medida de utilização racional de energia.

Os arrancadores electrónicos suaves um arranque suave ou um arranque gradual por aplicação de tensões variáveis progressivas, obtendo-se correntes de arranque limitadas a binários de arranque convenientes. Permitem, por isso, poupar energia no funcionamento dos motores eléctricos pelo ajuste do consumo do motor à carga.

Entre as principais vantagens da utilização dos arrancadores electrónicos suaves destacam-se:

- Arranque suave/ paragem suave;
- Menores desgastes mecânicos;
- Poupança de energia;
- Corrente de arranque limitada;
- Menores picos de corrente;
- Menos paragens de produção;
- Menores necessidades de reparação e manutenção.

### **Motores de alto rendimento**

A utilização de motores de alto rendimento pode-se traduzir em poupanças significativas nos custos de funcionamento do motor, poupanças essas que compensam o maior custo inicial de um motor eficiente relativamente aos outros motores. Relativamente aos outros motores, os motores de alto rendimento apresentam tipicamente menos 30% a 50% de perdas.

As técnicas utilizadas para aumentar o rendimento dos motores incluem: aumento da secção dos condutores no estator para redução das perdas de condução; aumento do comprimento do circuito magnético para reduzir a densidade de fluxo magnético, tendo em vista a redução das perdas magnéticas; uso de lâminas de chapa magnética mais finas e com materiais de melhores características para igualmente reduzir as perdas magnéticas; redução da potência de ventilação e utilização de rolamentos com baixo atrito.

Os motores de alto rendimento são mais volumosos e mais caros, pois usam maior quantidade de matérias-primas, sendo também, algumas destas de superior qualidade.

Os motores de alto rendimento, por terem menores perdas funcionam normalmente a mais baixa temperatura, o que conduz a uma vida útil mais longa. Há, contudo, aspectos menos positivos no funcionamento de um motor de alto rendimento, que são causados pela menor resistência do rotor. Assim, à medida que a resistência do rotor diminui, verifica-se:

- Diminuição do binário de arranque, o que pode trazer problemas em cargas com elevada inércia, especialmente em situações em que se verifiquem flutuações de tensão;
- Aumento da corrente de arranque, o que pode ter implicações no dimensionamento da alimentação e accionamento do motor.

Os motores de alto rendimento permitem outros benefícios, tais como:

- Suportam melhor as variações de tensão e harmónicos;
- Apresentam, normalmente, um factor de potência superior;
- Têm um modo de operação mais silencioso, devido à menor potência de ventilação requerida.

As situações mais atraentes do ponto de vista económico para instalar motores de alto rendimento ocorrem nas situações seguintes:

- Instalação de um novo equipamento ou motor. O sobrecusto no investimento num motor de alto rendimento é de cerca de 25 a 30%. Neste tipo de situação um motor de alto rendimento é normalmente vantajoso para um número de horas de funcionamento superior a 2 000 horas por ano numa instalação industrial;
- O motor existente avariou. Se o motor existente avariou ou se precisa de ser rebobinado e, se tem um número elevado de horas de funcionamento por ano, deverá ser considerada a sua substituição por um motor de alto rendimento;
- O motor existente está fortemente sobredimensionado. Nestas condições e se o motor tem um número elevado de horas de funcionamento por ano, deverá ser considerada a sua substituição por um motor de alto rendimento com uma potência não excedendo o máximo da potência mecânica requerida.

A substituição de motores standard que se encontram em bom funcionamento raramente é atraente do ponto de vista económico, pois neste caso, o investimento adicional representa 100% do custo do motor de alto rendimento.

## 2.4.4 - Iluminação

A energia eléctrica consumida nas instalações industriais devido à iluminação representa cerca de 5% a 7% do consumo global de energia eléctrica da instalação. Assim sendo, a utilização de equipamentos mais eficazes traduzirá em reduções significativas de consumos energéticos.

A iluminação de um espaço deve ser estabelecida de acordo com os critérios de quantidade e qualidade da iluminação proporcionada. Assim, deverão ser tomadas em consideração os seguintes parâmetros característicos das instalações:

- Níveis de iluminação: As instalações devem proporcionar níveis de iluminação adequados quer à exigência das tarefas a desempenhar, quer às características dos utilizadores.
- Equilíbrio da iluminação: Uma distribuição equilibrada da iluminação, evitando uma iluminação direccionada muito difusa ou demasiado forte reduzindo assim contrastes acentuados, é um factor imprescindível para o rendimento e conforto visual dos utilizadores.
- Encandeamento: O encandeamento, directo ou reflectido, produz nos utilizadores sensações de desconforto que, em casos extremos, pode conduzir à total incapacidade de visão
- Restituição de cor: O modo como a luz reproduz as cores dos objectos designa-se por restituição de cor. Uma das características importantes das lâmpadas é o seu índice de restituição de cor, factor determinante para a sua escolha em função das tarefas a desempenhar e da necessidade da criação de uma atmosfera agradável, contribuindo assim para o aumento de rendimento.

A utilização racional de energia devido à iluminação pressupõe a verificação de alguns parâmetros, essenciais para a redução dos consumos energéticos, mantendo ou melhorando as condições globais de iluminação nos espaços considerados. Assim, deve ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- Dar prioridade à iluminação natural, mantendo sempre limpas as áreas de entrada de luz.
- Dimensionar correctamente os níveis de iluminação necessários para os locais, prevendo níveis gerais de iluminação e níveis específicos para os diferentes postos de trabalho.
- Optar correctamente pelo tipo de iluminação mais adequada para os locais em questão, tendo também em atenção as necessidades de restituição de cor das tarefas a executar.

- Utilizar sempre equipamentos de rendimento elevado, não só no que se refere ao tipo de lâmpadas como também das luminárias e seus acessórios.
- Utilizar sistemas de controlo e comando automático nas instalações de iluminação.
- Proceder regularmente às operações de limpeza e manutenção das instalações, de acordo com um plano estabelecido, e apoiados preferencialmente nos sistemas automáticos de gestão de iluminação.
- Definir correctamente os períodos de substituição das lâmpadas, optando sempre pelo método de substituição em grupos.

Todas as soluções atrás referidas devem ser complementadas com uma correcta selecção de cores e matérias constituintes das superfícies envolventes (tectos, paredes e chão), de forma a melhorar as condições de distribuição de luz nos espaços.

### Lâmpadas

Existem lâmpadas de diferentes tipos, umas servem para fins de iluminação, outras têm aplicações especiais.

As lâmpadas podem ser classificadas com base no princípio de funcionamento da fonte luminosa [10]:

- Lâmpadas de incandescência - Emitem luz graças a um filamento de tungsténico levado à incandescência durante a passagem da corrente eléctrica. Incluem as lâmpadas incandescentes normais e as lâmpadas de halogéneo.
- Lâmpadas de descarga - A descarga eléctrica de um gás entre dois eléctrodos, num ambiente com um gás, produz a excitação dos electrões, os quais, consequentemente emitem luz. Incluem as lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão, vapor de sódio de alta pressão, iodetos metálicos, fluorescentes e de vapor de sódio de baixa tensão.
- Lâmpadas de indução - baseadas no mesmo princípio das lâmpadas de descarga, com a diferença de que a descarga no gás é produzida por uma corrente induzida por um campo magnético externo.

As características mais importantes duma lâmpada são [10]:

- Fluxo luminoso, que é a luz emitida ou observada;
- Rendimento luminoso, que é a razão entre o fluxo luminoso emitido pela lâmpada e a potência eléctrica absorvida;



- Restituição de Cores (IRC), que indica a capacidade de uma lâmpada restituir as cores de um objecto ou de uma superfície iluminada;
- Duração média vida, ou seja o tempo de vida médio da lâmpada

As reduções do consumo de energia eléctrica passam pela utilização de lâmpadas de elevado rendimento luminoso, sendo para tal necessário conhecer as suas características principais de modo a realizar uma escolha criteriosa, não prejudicando a qualidade de iluminação.

Na tabela 2.5 estão indicadas as propriedades principais das lâmpadas, agrupadas por tipos.

**Tabela 2.4 - Tipo de Lâmpadas e as suas propriedades**

<b>Tipo de Lâmpadas</b>	<b>Rendimento (lm/W)</b>	<b>Vida útil (h)</b>	<b>IRC</b>
Incandescentes	12	1000	100
Halogéneo	25	4000	100
Vapor de Mercúrio Alta Pressão	36-60	11000-12000	50
Vapor de Sódio Alta Pressão	120	12000	25
Iodetos Metálicos	80	3000-5000	85-95
Fluorescentes	40-80	7500	85-95
Fluorescentes compactas	40-60	5000	85
Vapor de Sódio de Baixa Pressão	520	12000	0

As lâmpadas fluorescentes tubulares são as mais indicadas para a iluminação no interior de edifícios e sempre que se verificar um período de funcionamento contínuo superior a duas horas, pode-se utilizar lâmpadas fluorescentes compactas. As lâmpadas fluorescentes tem um elevado rendimento luminoso, baixo consumo e vida útil longa. Duram 8 a 10 vezes mais do que as lâmpadas incandescentes convencionais e economizam cerca de 85% de energia. As lâmpadas fluorescentes compactas reúnem o atributo extraordinário das lâmpadas fluorescentes (baixo consumo de energia) e as vantagens das lâmpadas incandescentes (forma construtiva compacta e manipulação simples [11]).

As lâmpadas mais aconselháveis para os ambientes industriais são lâmpadas de descarga, nomeadamente lâmpadas de vapor de sódio pelo seu excelente rendimento luminosos e a sua longa duração de vida ou de iodetos metálicos, se a natureza da actividade exigir uma luz branca ou uma melhor qualidade de restituição de cores.

Na iluminação exterior deverão ser utilizadas lâmpadas de iodetos metálicos ou de vapor de sódio a alta pressão, já que este tipo de lâmpadas, para a mesma potência nominal, fornece um fluxo luminoso superior às lâmpadas de vapor de mercúrio.

## **Balastros**

Um balastro é um dispositivo que, na sua constituição mais básica, tem as seguintes funções [12]:

- Limitar a corrente de funcionamento a um valor correcto, para que esta possa atravessar a lâmpada e produzir o efeito desejado;
- Pré-aquecer os eléctrodos para provocar a emissão de electrões;
- Produzir a tensão de arranque para iniciar a descarga.

Existem dois tipos de Balastros: balastro electromagnético e o balastro electrónico.

A utilização de balastros electrónicos tem uma série de vantagens:

- Aumento do rendimento luminoso da lâmpada, devido ao uso de altas-frequências;
- Eliminação do efeito 'flicker', o que provocava cansaço visual;
- Menor potência absorvida;
- Aumento da vida útil da lâmpada;
- Eliminação do ruído audível;
- Diminuição das dimensões do balastro.

No entanto, existem três principais desvantagens a ter em conta quando à utilização deste tipo de sistema:

- Preço relativamente elevado;
- Interferências eléctricas (RFI e FM);
- Redução da fiabilidade do sistema.

## **Sistemas Automáticos de Controlo**

O recurso a sistemas automáticos de controlo é, na maioria dos casos, a forma mais eficiente de gerir os circuitos de iluminação.

Estes sistemas automáticos permitem otimizar a utilização das instalações de iluminação, resultando normalmente em economias de energia significativas, sem prejuízo dos níveis de conforto visual necessários em cada local e/ou actividade.

A utilização de sistemas de controlo da iluminação, nomeadamente reguladores de fluxo luminoso, permite que ajustar o nível de iluminação, de forma a manter constante o valor da

luminosidade necessário para a actividade desenvolvida, reduzindo assim o consumo energético em iluminação.

Outro dos sistemas de controlo de iluminação que permite reduzir os consumos energéticos em iluminação é a instalação de sensores de presença, que actuam apenas quando detectam a presença de alguém na respectiva área, garantindo a utilização mínima da iluminação no local.

Já a utilização de relógios temporizadores ou células fotoeléctricas na iluminação exterior permite que a iluminação seja ligada apenas quando é necessária, evitando assim consumos de energia em horas de boa iluminação natural.



## Capítulo 3

### A Sonae Indústria de OH

#### 3.1 - Sonae Indústria - Oliveira de Hospital

A Sonae Indústria - Produção e Comercialização de Derivados de Madeira, S.A., unidade industrial de Oliveira do Hospital, é uma empresa dedicada ao fabrico de aglomerado de madeira e revestimento com papéis melamínicos.

A fábrica foi fundada em 1968 pela Agloma com a produção de aglomerados de partículas. Em 1984, a Sonae assumiu o controlo da empresa e no ano seguinte dedicou-se também ao revestimento de aglomerado de partículas.

A Unidade industrial é composta por duas instalações fabris independentes, dedicando-se uma delas à produção de painéis de aglomerados de madeira, designada por Aglomerados, enquanto na outra, Revestimento, se processa o revestimento de painéis.

A instalação fabril Aglomerados contém uma linha contínua de produção de aglomerado de partículas com uma capacidade teórica instalada de 400 000 m<sup>3</sup>/ano e uma linha de corte à medida com uma capacidade cerca de 65 000 m<sup>3</sup>/ano.

A instalação Revestimento é composta por duas linhas de impregnação de papel decorativo com resinas ureicas e melamínicas com uma capacidade 59 900 000 m<sup>2</sup>/ano e por quatro linhas de revestimento melamínicos com uma capacidade máxima teórica instalada de 260 000 m<sup>3</sup>/ano [13].

#### 3.2 - Aglomerados

A instalação de fabrico de painéis aglomerados é a mais representativa em termos energéticos. De uma forma esquemática, apresentam-se no fluxograma da figura 3.1, os principais sectores em que se reparte o processo produtivo desta unidade.

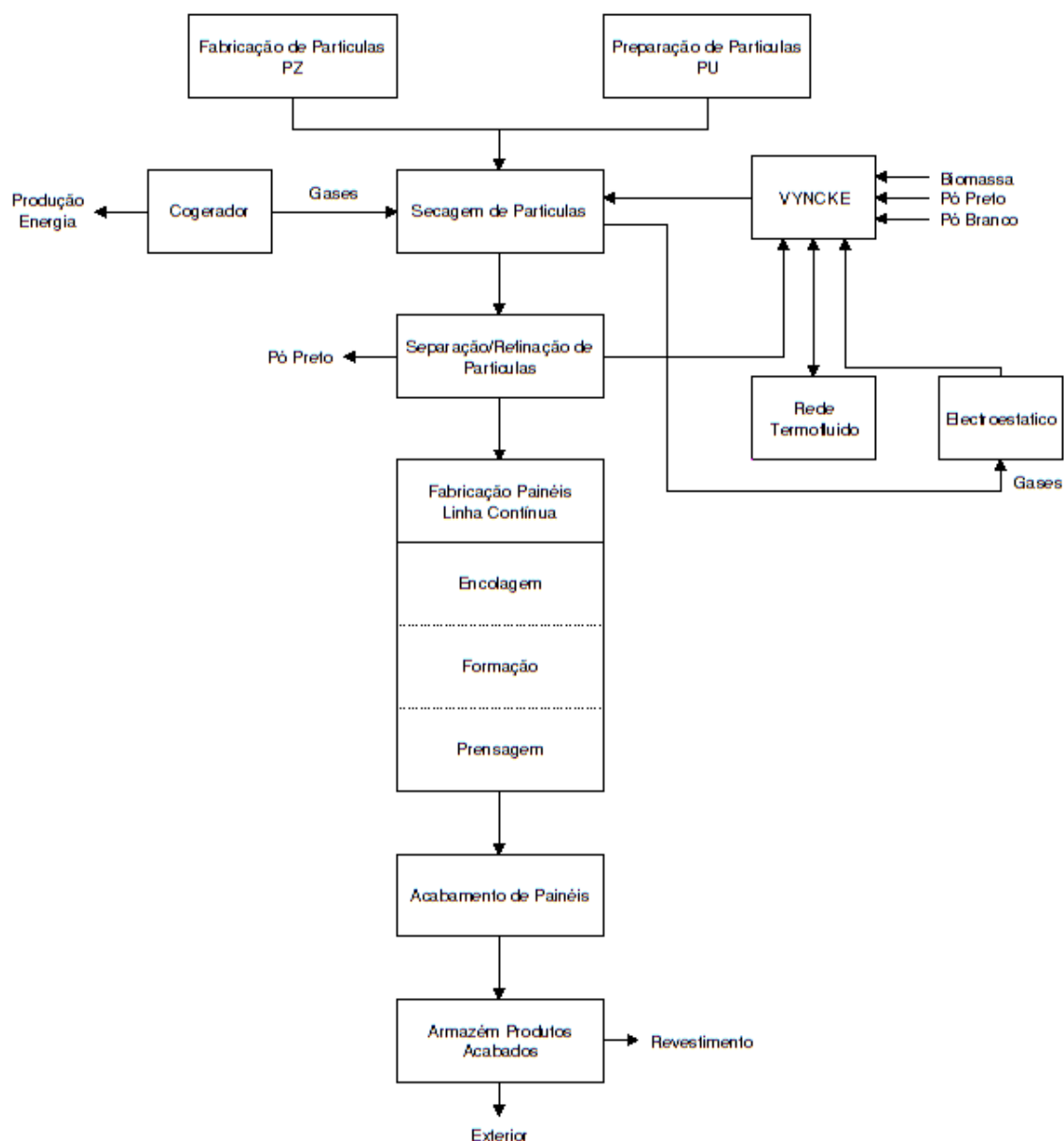


Figura 3.1 - Fluxograma do processo produtivo da instalação fabril Aglomerados

Como se pode verificar pelo fluxograma, a descrição do processo produtivo assenta em seis áreas principais:

- Fabricação de partículas PZ;
- Preparação de partículas PU;
- Secagem de partículas;
- Separação e refinação de partículas;
- Fabricação de painéis;
- Acabamento de painéis.

### 3.2.1 - Fabricação de Partículas (PZ)

Este sector é o responsável pela produção de partículas a partir de matérias-primas de várias origens (pinho, eucalipto, etc.) e de várias dimensões.

As matérias-primas de maior dimensão são colocadas nos alimentadores do destroçador, da marca Maier. Este destroçador é um equipamento de grande capacidade, com uma potência instalada de 1000 kW, sendo alimentado a 6 kV, por um transformador próprio.

A estilha produzida no destroçador é transportada através de um tapete rolante para um separador de discos. Neste separador são removidos bocados de madeira de maior dimensão, caindo o restante material numa tela que o transporta ao Armazém de Estilha e Serrim.

O material é depois transportado até ao limpador de estilha, onde se procede à “limpeza” da estilha. Neste limpador de estilha, são separados os lixos, areia e material mais grosso, através de discos, de peneiros vibrantes e também por efeito pneumático.

O material sai do limpador através de um sistema de redlers sendo depositado em dois silos que alimentam quatro destroçadores, PZ1, PZ2, PZ3 e PZ4. Estes destroçadores, da marca Pallman-Pz, são providos de dois rotores que rodam em sentido contrário, e transformam a estilha em partículas de tamanho conveniente.

À saída dos destroçadores, o material é transportado por um elevador de alcatruzes até ao silo de Partículas PZ, que alimenta o secador.

### 3.2.2 - Preparação de Partículas (PU)

Nesta área procede-se à preparação de partículas, de menor dimensão do que a anterior, que é obtida a partir de matérias-primas de dimensão reduzida, como sejam as aparas, finos de estilha, serrim e outros produtos residuais das indústrias de transformação da madeira.

As matérias-primas desta área são armazenadas em dois silos, sendo um para o serrim, o Silo Fundo Móvel Serrim, e o outro para as matérias-primas que alimentam a linha de reciclados, o Silo Fundo Móvel Estilha Reciclada.

No caso da linha dos reciclados, o material passa inicialmente num crivo mecânico, onde se procede à sua separação em extra-grossos e calibrados, entrando depois estes últimos num peneiro vibrante que faz a sua divisão em três categorias: grossos, intermédios e finos. Os extra-grossos são transportados até um moinho de martelos de 500 kW, onde se realiza a sua fragmentação, juntando-se ao restante material, no redler de alimentação ao peneiro. À saída do peneiro, os três tipos de material são conduzidos a vários separadores Happle, onde se procede à sua limpeza.

O material proveniente da Linha de reciclados é descarregado numa tela, que recebe igualmente o serrim do silo Fundo Móvel Serrim, seguindo o conjunto para um separador de discos. Neste separador são removidos bocados de madeira de maior dimensão, caindo o

restante material numa tela que o transporta até um elevador de alcatruzes, que alimenta um moinho de martelos.

O material é transportado até um elevador de alcatruzes até ao silo de Partículas PU, a partir do qual o material segue para a secagem.

### **3.2.3 - Secagem de Partículas**

Neste sector procede-se à secagem da globalidade das partículas (PZ e PU). As partículas dos silos PZ e PU são descarregadas para um redler, onde são misturadas, sendo parte do material desviado para o secador RECALOR, seguindo o restante para o secador BSH.

Os secadores RECALOR e BSH são do tipo tambor rotativo, de uma passagem e com labirinto interior. A fonte térmica dos secadores é proveniente dos gases quentes do gerador de gases quentes VINCKY. Após secagem do material os gases são separados através de ciclones e encaminhados para o filtro electrostático EWK.

Os materiais provenientes dos secadores são transportados até ao redler de alimentação aos peneiros do sector de separação/refinação de partículas.

### **3.2.4 - Separação/Refinação de Partículas**

Neste sector é realizada a calibração (separação), limpeza e refinação das partículas de madeira, separando-as em partículas para camada externa (CE) e para camada interna (CI) das placas.

O material proveniente dos secadores é distribuído a três peneiros PAL, onde se procede à sua calibração por granulamento. Os Peneiros vibratórios PAL possuem cinco andares desnivelados, que efectuam a separação das partículas em grossos, partículas para a camada interna e partículas para a camada externa (macro e micro) e pó “preto”.

O material de granulometria superior (grossos) é transportado para um silo que alimenta duas linhas de refinação de grossos, de diferente capacidade. Estas linhas integram um moinho de martelos e um refinador de partículas PSKM15. Concluída a refinação, as partículas são transportadas novamente até aos peneiros, onde reiniciam a operação de separação.

As partículas destinadas para a camada interna sofrem um tratamento efectuado em separadores pneumáticos Air-grader. Estes separadores retiram as impurezas ao material e efectuam a calibração final do material, dividindo-o em grossos e finos. As partículas mais grossas seguem para separadores de areia Happle, onde se procede à sua limpeza, sendo então enviados para os refinadores de grossos. As partículas finas são transportadas para o silo Silobin da camada interna da Linha Contínua.

O tratamento das partículas que integram a camada externa das placas é efectuado em separadores pneumáticos. As partículas finas são transportadas para o silo Silobin da camada



externa da Linha Contínua, enquanto que as partículas mais grossas são limpas nos separadores de areia Happle e posteriormente enviadas para o Silobin CE.

O pó residual, designado por pó preto é transportado até ao silo de pó preto e é posteriormente utilizado como combustível do gerador de gases quentes VINCKY.

### 3.2.5 - Fabricação de painéis

Neste sector existe uma linha contínua que integra as seguintes operações principais: encolagem, formação, pré-prensagem, prensagem e corte.

No início do processo, as partículas que se destinam à camada externa e interna das placas sofrem um tratamento semelhante, que decorre em duas linhas paralelas. O material seco, armazenado nos respectivos silos Silobin, é doseado para telas-balança que controlam o caudal das partículas, em função do tipo e da espessura de placa que está a ser fabricado.

As telas-balança descarregam o material para as encoladoras, nas quais se procede à sua mistura e homogeneização. Dado que esta operação não deve ser efectuada a uma temperatura superior a 10°/15°C, as encoladoras são arrefecidas por circulação de água refrigerada produzida num chiller CARRIER.

À saída das encoladoras, as partículas de cada camada são transportadas por redlers até às respectivas tremonhas, com passagem intermédia, no caso da camada interna, num separador de discos, onde são retiradas as partículas de dimensão inadequada ao processo.

A partir das tremonhas, o material alimenta as Formadoras, duas para cada camada, onde é formada a manta, sobre a banda contínua de transporte. À saída de cada Formadora, são cortadas as irregularidades laterais da manta, sendo esse material enviado para os respectivos locais de origem.

A manta já formada passa depois num electroímã, a que se segue a operação de pré-prensagem, realizada numa prensa hidráulica, que se destina a dar consistência ao material.

No final do processo, a manta entra na prensa contínua, ao longo da qual é submetida a cinco níveis distintos de pressão e temperatura (225°C a 180°C), permitindo uma correcta polimerização das resinas e uma grande homogeneidade na qualidade final. As cinco zonas de aquecimento da prensa são alimentadas por uma central de bombagem de termofluido que integra cinco bombas.

Concluída a fase de prensagem, a placa entra na máquina de corte que integra uma serra diagonal, para corte transversal dos painéis e duas serras laterais, para acerto longitudinal.

A seguir ao corte, procede-se ao controlo de espessura das placas, após o que, as mesmas são colocadas sucessivamente em três arrefecedores, onde se realiza o seu arrefecimento.

Após estabilização, as placas entram num transportador de rolos, sendo depois transferidas para uma máquina de formação de lotes, com recurso a uma pequena ponte-rolante. Na fase final, os lotes são colocados no armazém de semi-acabado, área de controlo totalmente robotizado.

### **3.2.6- Acabamento de painéis**

Neste sector realizam-se diferentes operações de acabamento das placas prensadas na Linha Contínua. As operações fundamentais são a lixagem múltipla e a esquadriagem, seguindo-se depois a inspecção e embalagem.

A lixagem inicia-se com duas mesas hidráulicas que fazem a entrega, placa a placa, às duas lixadeiras, colocadas em série. Ao longo do seu atravessamento, as placas sofrem sucessivamente as operações de desbaste, aproximação à espessura e polimento.

Concluída a fase de lixagem, as placas são transportadas até a zona de esquadriagem, onde se procede ao acabamento dos bordos e ajustamento das suas dimensões. Esta operação é realizada sequencialmente em duas serras de esquadriar, dispondo a primeira de serras de corte longitudinal e a segunda de serras transversais.

Depois de acabadas, as placas são transferidas para as máquinas de formação de lotes, nas quais são formados lotes de placas que poderão passar a uma qualquer das seguintes fases:

- Transporte por carros até ao armazém de produto acabado, onde são embalados, sendo de seguida expedidas ou armazenadas;
- Transporte por carros até à sala da serra Giben onde as placas são cortadas à medida de acordo com as necessidades dos clientes, sendo de seguida embaladas e expedidas ou armazenadas;
- Transporte através de um elevador/transportador de três níveis para a instalação fabril de revestimento.

## **3.3 - Revestimento**

A Unidade fabril de Revestimento de painéis é de dimensão muito inferior à dos aglomerados. O seu layout fabril é bastante mais simples, sendo o mesmo apresentado de forma esquemática, no fluxograma da figura 3.2.

Nesta instalação Fabril, o processo produtivo assenta em duas áreas:

- Impregnação de papel
- Revestimento de painéis de aglomerado

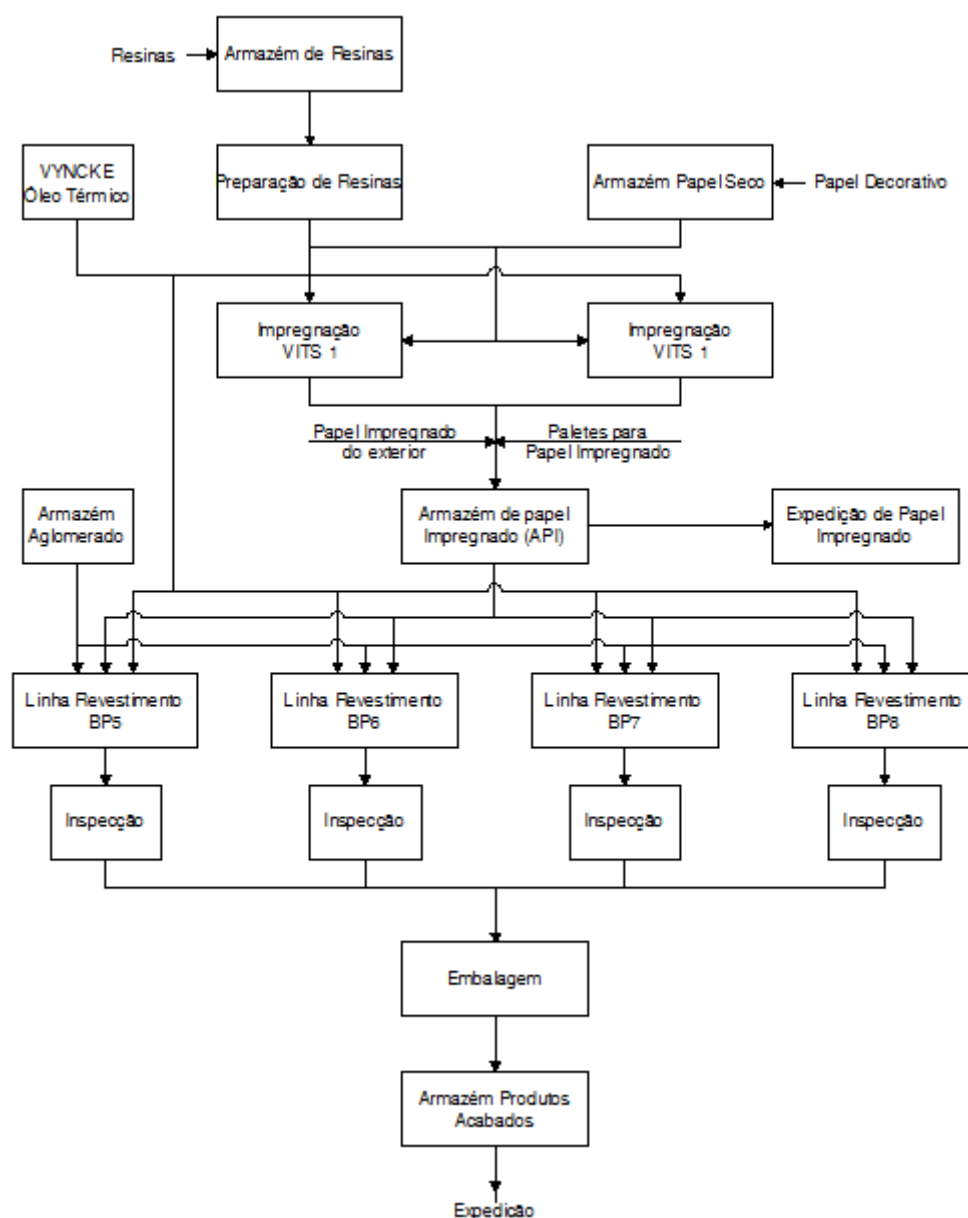


Figura 3.2 - Fluoxograma do processo produtivo da instalação fabril Revestimento

### 3.3.1 - Impregnação de papel

Este sector dispõe de duas linhas contínuas, VITS1 e VITS2, nas quais se procede à preparação do papel, que irá ser aplicado como revestimento das placas.

Os rolos de papel são colocados no início das linhas, por um empilhador, num alimentador/desenrolador, e o papel atravessa uma tina de impregnação (absorção). À saída deste banho, o papel entra na primeira estufa de secagem, que é aquecida a uma temperatura de 140°C a 180°C. Segue-se a imersão na tina de “coating”, a cerca de 35°C, na qual são aplicadas resinas sobre a sua camada externa e interna.

Concluída esta operação, o papel passa, sucessivamente, em quatro estufas de secagem. Ao longo das estufas o papel sofre uma curva de secagem, com temperaturas desde 165°C, na primeira estufa, até 125°C, na última.

À saída das estufas, o papel sofre um primeiro arrefecimento forçado, com ar ambiente, passando depois em dois rolos, refrigerados internamente por água, que promovem novo arrefecimento. No final da linha, o papel é cortado de acordo com a dimensão pretendida.

Os lotes de papel formados à saída da linha de impregnação são depois transportados pelos carros para o armazém de papel impregnado, no qual o papel é acondicionado a uma temperatura de 20 °C.

### **3.3.2 - Linhas de revestimento**

O revestimento das placas de aglomerado e de MDF é feito nas linhas de prensagem BP5, BP6, BP7 e BP8. O revestimento é aplicado, quer sobre placas provenientes do sector de Aglomerados, quer em material com origem externa.

Na fase inicial das linhas de revestimento BP5, BP6, BP7, BP8 é realizada a “sanduíche” papel inferior/placa/papel superior. Para garantir uma perfeita união entre as partes, são aplicadas cargas eléctricas de sinal contrário às duas faces de papel, com recurso a geradores de ionização.

Concluindo a primeira fase, o conjunto passa para o carro carregador, que alimenta a respectiva prensa hidráulica. No final do ciclo de prensagem, as placas são descarregadas para mesas que dispõem de raspadoras laterais, para retirar o excesso de papel, e onde se faz a limpeza das aparas, a que se segue uma serra de corte transversal. Por último, e sempre de forma contínua, procede-se à limpeza da placa, por intermédio de escovas, ao seu controlo de qualidade e à paletização.

À saída das linhas os lotes de placas, são transportados por carros para a linha de embalagem, sendo depois expedidos ou armazenados para expedição posterior.

# Capítulo 4

## Optimização Energética

Neste capítulo realiza-se um estudo de optimização energética da unidade Industrial Sonae Indústria de Oliveira de Hospital. Este estudo inclui a análise da rede de distribuição de energia, a determinação da potência instalada na fábrica, o levantamento e análise dos consumos dos consumidores principais, a análise do factor de potência e a análise da iluminação existente na unidade.

Com este estudo pretende-se identificar os equipamentos que estão a provocar desperdícios de energia.

### 4.1 - Rede de Distribuição

Antes de realizar o estudo de optimização energética foi necessário analisar a rede de distribuição de energia da unidade industrial, desde a Subestação até aos Postos de Transformação. Com esta análise pretendeu-se desenhar o Esquema da rede de distribuição da fábrica.

Nos dois últimos anos esta unidade industrial sofreu alterações relevantes no seu aparelho fabril. Das alterações mais importantes pode-se incluir a instalação do destorçador de marca Maier, com uma potência instalada de 1 000 kW e dos seus auxiliares. Outra alteração relevante foi a instalação de um Gerador de Gases Quentes VYNCKE, com uma potência instalada de cerca de 1 100 kW, que substituiu a caldeira da área de Aglomerados e a caldeira da área de Revestimento.

Devido a estas modificações, a rede de distribuição da fábrica alterou-se: construiu-se um novo posto de transformação, o PT7; o PT6 deixou de ser alimentado pela subestação e é agora alimentado pelo PT7 e o PT5 foi reestruturado para alimentar o gerador de gases quentes.

Infelizmente estas alterações não foram actualizadas no esquema unifilar. Sendo assim, foi necessário estudar a rede de distribuição para desenhar o Esquema Unifilar da fábrica de forma correcta.

### 4.1.1 - A Recepção de Energia

A unidade industrial é alimentada pela EDP em alta tensão, dispondo de uma subestação, com um transformador de 10 MVA, que faz a conversão de 60 kV para 15 kV.

A partir do quadro de distribuição a 15 kV faz-se a alimentação às duas unidades fabris, Aglomerados e Revestimento.

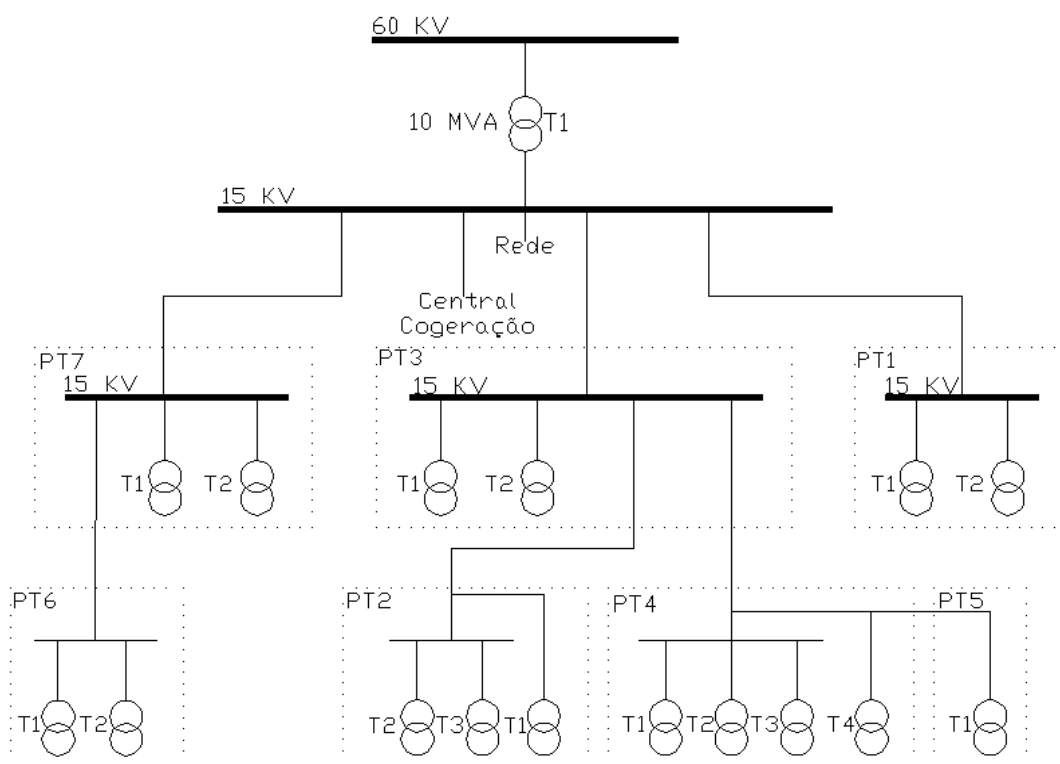
A linha de distribuição a 15 kV alimenta sete postos de transformação, a partir dos quais se efectua a distribuição em baixa tensão (400 V), pelas diferentes áreas de consumo. Existem dois transformadores, sendo um do PT3 e outro do PT7, que alimentam a 6kV, respectivamente, o moinho de martelos e o destrojador Maier [14].

### 4.1.2 - Análise da rede de Distribuição

Na análise da rede de distribuição de energia foi necessário fazer um levantamento local dos dados, ou seja, teve-se que percorrer a subestação e os sete postos de transformação para registar as potências dos transformadores, as saídas dos postos de transformação e verificar a calibração das protecções dos vários circuitos.

Este levantamento foi demorado, uma vez que a maioria das informações escritas nas saídas dos PT's não estavam correctas ou não existiam.

Com base no levantamento efectuado, a rede de distribuição de 15kV a cada PT e respectivos transformadores, apresenta-se, de forma esquemática, na figura 4.1.



**Figura 4.1 - Rede de Distribuição**

Na tabela 4.1 apresentam-se as características principais dos transformadores existentes nos PT's.

**Tabela 4.1 - Características dos Transformadores**

<b>PT</b>	<b>Nº Transf.</b>	<b>Potência (kVA)</b>	<b>Tensões (kV)</b>
PT1	1	2500	15/0,4
	2	2500	15/0,4
PT2	1	1250	15/0,4
	2	1000	15/0,4
	3	1000	15/0,4
PT3	1	1250	15/0,4
	2	1000	15/6,0
PT4	1	1250	15/0,4
	2	1250	15/0,4
	3	1000	15/0,4
	4	2000	15/0,4
PT5	1	2000	15/0,4
PT6	1	1250	15/0,4
	2	1000	15/0,4
PT7	1	2000	15/6,0
	2	800	15/0,4

Na rede de baixa tensão verificou-se que cada posto de transformação alimenta sectores mais ou menos homogêneos dentro da instalação. O PT1 alimenta o sector da linha contínua, o PT2 o sector do acabamento, o PT3 o sector de preparação de partículas PU, o PT4 os sectores de preparação de partículas PZ, Secagem e Separação/Refinação, o PT5 o gerador de gases quentes, o PT6 o revestimento e o PT7 alimenta o sector de fabricação de estilha.

A distribuição de cada posto de transformação, pelas principais áreas e/ou equipamentos é a seguinte:

**PT1 (Linha Contínua)**

**T1-QGBT1**

- Formadoras+Pré-prensa+Prensa contínua
- Central de termofluido da prensa
- Movimentação/Sincronismo da prensa
- Arrefecedores+Formação de lotes
- Semi-Acabado
- Armazém semi-acabado
- Esquadriadoras

T2-QGBT2

- Quadro TVM - Sistema de aspiração/despoeiramento da linha
- Encoladoras
- Quadro Encolagem (dosagem)
- Quadro Edifício técnico-administrativo
- Quadro Ar condicionado do edifício técnico-administrativo
- Quadro Iluminação geral da nave fabril
- Bomba chiller (encoladoras)
- Quadros das UPS
- Quadro Ar condicionado da sala de quadros
- Quadro geral de força motriz (tomadas)
- Quadro do laboratório
- Chiller (encoladoras)
- Quadro das bombas de incêndio e água industrial

PT2 (Acabamento)

T1 - Q. Electrofiltro

T2+T3

- Lixadora 1 (2 saídas)
- Lixadora 2
- Quadro TVM - Sistemas de Aspiração
- Quadro Serra Giben (Serra Giben e Ventilador)
- Quadro Bombas de incêndio
- Q. Iluminação e tomadas
- Compressor nº 2
- Compressor nº 3
- Compressor nº 4

PT3 (Preparação de partículas PU)

T1

- Iluminação exterior
- Quadro de Emergência
- Quadro Linha de Reciclados
- Quadro Preparação de partícula PU
- Compressor nº 1



T2 - Moinho de Martelos (6kV)

PT4 (Preparação de Partículas PZ/Secagem/Separação/Refinação)

T1+T2

- Iluminação exterior
- Serralharia - oficina mecânica
- Afiação de lâminas
- Destroçador PZ1
- Destroçador PZ2
- Secador BSH
- Secador Recalor
- Movimentação de material dos silos para a secagem
- Bombagem de termofluido/Bombagem de fuelóleo

T3

- Silo de estilha
- Limpador de estilha
- Movimentação até silo de partícula PZ
- Destroçador PZ3
- Destroçador PZ4

T4

- Movimentação geral do material desde a secagem até silosbin
- Peneiros PAL
- Air-grader's (4)
- Separadores Happle
- Moinho de martelos
- Refinador PSKM15

PT5 (Gerador de gases quentes)

- Gerador de gases quentes VYNCKE (2 saídas)
- Iluminação e tomadas
- Ar condicionado
- Quadro iluminação exterior da caldeira

PT6 (Revestimento)

T1

- Robot API

- Linha BP6
- Quadro da impregnadora VITS 1
- Quadro da linha BP5, incluindo despoeiramentos
- Linha BP8+Buffer+Embalagem
- Geral iluminação+tomadas
- Quadro do edifício administrativo
- Oficinas
- Captação/Distribuição de água
- Administrativos do revestimento
- Iluminação + tomadas da nave fabril
- Iluminação do armazém aglomerado
- Portarias

T2

- Impregnadora VITS 2
- Central de ar comprimido (compressores)
- Linha BP7

PT7 (Fabricação de estilha)

T1 - Destroçador Maier (6kV)

T2

- Alimentação Maier
- Movimentação de Estilha

## 4.2 - Potência Instalada

Após analisar a rede de distribuição de energia da Unidade Fabril fez-se o levantamento da potência instalada em cada secção fabril com o objectivo de determinar a potência instalada em cada instalação fabril, Aglomerados e Revestimento, bem como a potência total instalada na fábrica.

Nos sectores de Preparação de Partículas PU, Preparação de Partículas PZ, Separação/Refinação de Partículas, Linha Contínua, Acabamento e Revestimento, a potência dos equipamentos foi determinada com recurso a esquemas existentes do processo produtivo da unidade fabril. Nestes esquemas estão projectados todos os equipamentos existentes na fábrica com as respectivas potências.

Devido às alterações atrás referidas, nos sectores de Produção de Estilha, Secagem de Partículas, Gerador de Gases Quentes e serviços auxiliares os esquemas do processo produtivo estavam desactualizados. Então, para estes sectores foi necessário fazer um levantamento

local, ou seja, teve-se que percorrer todos motores destes sectores para consultar as suas chapas de características e registar em papel a potência instalada de cada motor.

Com base no levantamento efectuado, construiu-se as tabelas 4.2, 4.3 e 4.4, que apresentam a repartição actual da potência instalada nos principais consumidores dos vários sectores fabris e dos serviços auxiliares, de cada uma das instalações que compõem a Empresa.

**Tabela 4.2 - Potência Instalada na Instalação Fabril Aglomerados**

<b>Aglomerados Secção/Equipamento</b>	<b>Potência kW</b>
<b>Fabricação de Partículas PZ</b>	
· Produção de estilha	
Alimentadores (2)	120,09
Alimentação Maier	1066
Silos Fundo Móvel	64,87
Movimentação	204,4
· Preparação Partículas	
Silo Eucalipto	28,18
Silo de Estilha	46,93
Sistema Transporte de Limpador de estilha	47,9
Limpador de estilha	102,3
Redler de alimentação aos Pz	44
Destroçadores PZ 1 e 2	708,9
Destroçadores PZ 3 e 4	702,34
Ventilação dos PZs	76,5
Silo PZ	73,9
Movimentação/Outros	96,12
<b>Sub-total</b>	<b>3 382,43</b>
<b>Preparação de Partículas PU</b>	
· Linha de reciclados	
Silo de Material	44,72
Crivo	11
Moinho de martelos	37
Peneiro	4,4
Separadores Happle	58,75
Movimentação	73,6
Sistema de despoeiramento dos separadores	123,2
Sistema de despoeiramento do peneiro	61,5
<b>Sub-total</b>	<b>414,17</b>

<b>Aglomerados Secção/Equipamento (cont.)</b>	<b>Potência kW</b>
<b>Preparação de Partículas PU (cont.)</b>	
· Silo de Serrim	37,37
· Descarga silo/movimentação	28
· Separadores	7,5
· Moinho de martelos	500
· Ventilador de despoeiramento do moinho	55
· Movimentação	65,6
· Silo de partículas PU	51,68
<b>Sub-total</b>	<b>745,15</b>
<b>Secagem de Partículas</b>	
· Movimentação de partículas Pz	24,14
· Movimentação de partículas Pu	39,94
· Elevadores alcatruzes/misturadores	21,8
· Secador Recalor	
Alimentação do material	15
Ventilador de circulação	400
Ventilador ar combustão	11
Ventilador ar de arrefecimento (2)	34
Válvulas rotativas	33
Descarga de material	21
Sem-fim vertical	22,2
· Secador BSH	
Alimentação/movimentação material	33,3
Tambor rotativo	49
Ventilador de circulação	450
Descarga de grossos	28,5
Descarga/tratamento de finos	34,4
Sem-fim vertical	30
<b>Sub-total</b>	<b>1 247,28</b>
<b>Separação/Refinação de Partículas</b>	
· Alimentação Material aos Peneiros	31,9
· Retorno material ao silo PZ	9,7
· Peneiros PAL (3)	61
· Partículas Camada Interna	
Movimentação	45,5
Air-garder	
Ventilador	264
Movimentação finos/grossos	18,5
Separadores Happle	12,5
Redler	7,5
<b>Sub-total</b>	<b>450,60</b>

<b>Aglomerados Secção/Equipamento (cont.)</b>	<b>Potência kW</b>
<b>Separação/Refinação de Partículas (cont.)</b>	
· Partículas Camada Externa (macro)	
Movimentação	25,8
Air-garder	
Alimentação	3
Ventilador	90
Movimentação finos/grossos	11,17
Separadores Happle	6,3
Redler	7,5
· Partículas camada externa (micro)	
Movimentação	35,7
Air-garder	
Alimentação	3
Ventilador	75
Movimentação finos/grossos	4,85
Separadores Happle	5
Redler	9,2
· Ventil. Despoeiramento separadores Happle	37
· Refinação de grossos	
Movimentação	68
Moinho de martelos	250
Refinador PSKM 15	315
Ventiladores transp. Pneumático (2)	90
Tratamento das lamas dos filtros húmidos	23,25
· Pó preto	
Movimentação	15,2
Ventiladores transp. Pneumático	36
Silo de pó	4,1
· Alimentação ao silobin	71,25
<b>Sub-total</b>	<b>1 186,32</b>
<b>Fabricação de Painéis - Linha Contínua</b>	
· Encolagem/Formação	
Silobin CE	29,6
Silobin CI	31,8
Telas-Balança (2)	3
Encoladoras CE (2)	150
Encoladora CI	160
Movimentação	78,4
Formação/Distribuição	261,4
· Pré-Presagem	
Movimentação/Sincronismo	120
Central Hidráulica	23,5
<b>Sub-total</b>	<b>857,70</b>

<b>Aglomerados Secção/Equipamento (cont.)</b>	<b>Potência kW</b>
<b>Fabricação de Painéis - Linha Contínua (cont.)</b>	
· Prensagem	
Movimentação/Sincronismo	468,9
Central Hidráulica	185
Bombagem Termofluido (5)	230
Sistema de exaustão/lavagem de fumos	98
· Sist. Despoeiramento geral da linha	253,5
· Sist. Reciclagem placas para silo PZ	160
· Serra Diagonal	80,1
· Sist. Despoeiramento da serra diagonal	55
· Arrefecedores	34,2
· Transportadores de Rolos	56,1
· Formação de lotes	41
· Armazém de Semi-acabado	45,7
<b>Sub-total</b>	<b>1 707,50</b>
<b>Acabamento</b>	
· Lixagem	
Mesas de Alimentação	30
Lixadora I	500
Lixadora II	312
Ventilador de limpeza das placas	15
· Movimentação/Ensilagem pó de lixagem	
Ventiladores de aspiração pó (2)	242
Descarga filtros/Peneiro	28,8
Transportador pneumático para silo	45
Descarga filtros/Movimentação	23,8
Ventilador Despoeiramento sem-fim descarga	5,5
Serra de Esquadriar Longitudinal	54,8
Serra de Esquadriar Transversal	65,4
Sistema de Despoeiramento das Serras	55
Estação de Empilhamento	45
Transportadores de Rolos	222,1
Ventilador pneumático desperdícios das serras	18,5
· Serra Giben	120
· Ventilador Despoeiramento da Serra Giben	55
<b>Sub-total</b>	<b>1 837,90</b>

<b>Aglomerados Secção/Equipamento (cont.)</b>	<b>Potência kW</b>
<b>Serviços Auxiliares</b>	
· Central de Ar Comprimido	275,1
· Produção/Distribuição Água Refrigerada	
Chiller de arrefecimento	206,2
Bombagem de Água (5)	13,3
· Aquecimento/distribuição de termofluido	
Ventilador Circulação Gases do Termofluido	75
Bombagem (3)	124
· Bombagem Água Industrial/Rede de Incêndio	74,7
· Filtro Electrostático	243,5
· Iluminação Geral	112,85
<b>Sub-total</b>	<b>1 124,65</b>
<b>Total Aglomerados</b>	<b>12 953,70</b>

Tabela 4.3 - Potência Instalada no Gerador de Gases Quentes

<b>Gerador de Gases Quentes Secção/Equipamento</b>	<b>Potência kW</b>
Hidráulico Fundo móvel	75
Bombas de termofluido	
Circuito Primário	225
Circuito Secundário	180
Ventilador do permutador do termofluido	200
Ventilador ar Primário	75
Ventilador ar Secundário	110
Ventilador ar Terciário	37
Silo pó preto	24,75
Ventilador pó preto	45
Silo pó branco	12,75
Ventilador pó branco	22
Bombas de circulação de água	33
Bomba Emergência	30
Movimentação/outros	98,76
<b>Total Gerador Gases Quentes</b>	<b>1 168,26</b>

**Tabela 4.4 - Potência Instalada na Instalação Fabril Revestimento**

<b>Revestimento Secção/Equipamento</b>	<b>Potência kW</b>
Alimentação Papel e Aglomerado	26
Impregnadora VTIS 1	195
Impregnadora VTIS 2	195
Preparação de Resinas	20
Armazém API	25
Chiller armaz. API (2)	45
Linha BP5	260
Linha BP6	200
Linha BP7	450
Linha BP8	340
Despoeiramento Linhas BP5, BP6, BP8	110
Despoeiramento Linha BP7	50
Movimentação	60
Central Ar Comprimido	168
Central Bombagem Termofluido	100
Iluminação Geral	58
Rede �gua Industrial	45
Rede de Incêndio	37
Edifício Administrativo/Cantina	75
<b>Total Revestimento</b>	<b>2 459,00</b>

A instalação fabril de Aglomerados apresenta actualmente uma potência global de 12,9 MW, valor que haverá ainda que somar outras áreas de menor consumo como os sistemas de ar-condicionado e o consumo do laboratório, pelo que o total será de 13 MW. O maior consumo sectorial de potência situa-se na área de fabricação de Partículas, fruto das grandes potências do destroçador Maier e dos quatro destroçadores Pz's, seguida depois pela Linha Contínua, maioritariamente associada   movimentação e às centrais hídrica e de termofluido.

A unidade de Revestimento apresenta uma potência instalada da ordem de 2,5 MW, maioritariamente associada ao equipamento fabril, e o gerador de gases quentes apresenta uma potência de 1,2 MW.

No conjunto das duas instalações e do gerador de gases quentes, a potência total instalada rondar  os 16,6 MW.

### 4.3 - Consumos dos Consumidores Principais

Neste sub-capítulo realiza-se um estudo relativo aos consumos dos principais consumidores da unidade fabril.



Através da análise dos consumos e dos diagramas de carga de cada consumidor pretende-se determinar os consumos médios e diários e identificar o regime de funcionamento. Com estes dados é possível determinar se o equipamento está ou não sub-aproveitado.

#### **4.3.1 - Recolha e Tratamento de dados**

Para realizar a análise dos consumos e dos diagramas de carga utilizou-se analisadores de energia eléctrica. Um analisador de energia eléctrica é um equipamento, neste caso portátil, que permite fazer leituras dos diferentes parâmetros eléctricos.

Os analisadores de energia utilizados nas medições são designados por Cwatt. Possuem uma pinça amperimétrica e dois cabos medidores de tensão. Os Cwatt registam os valores instantâneos da potência activa e da potência reactiva de 15 minutos em 15 minutos.

Para os consumidores cujas cargas não estavam equilibradas utilizou-se um analisador de energia com três pinças amperimétricas e três cabos medidores de tensão. Este analisador permite registos dos valores instantâneos em intervalos de tempo de 15 minutos, relativos às tensões, potências activas e reactivas.

Estes analisadores possuem memória que permitem armazenar a informação. Desta forma, procedeu-se à exportação dos dados necessários relativos aos consumos para um computador e, através deste, foi possível o seu tratamento no programa Excel com a finalidade de realizar os diagramas de carga.

Como existiam poucos analisadores, decidiu-se fazer as medições dos consumos durante uma semana em cada posto de transformação.

#### **4.3.2 - Análise dos dados do PT1**

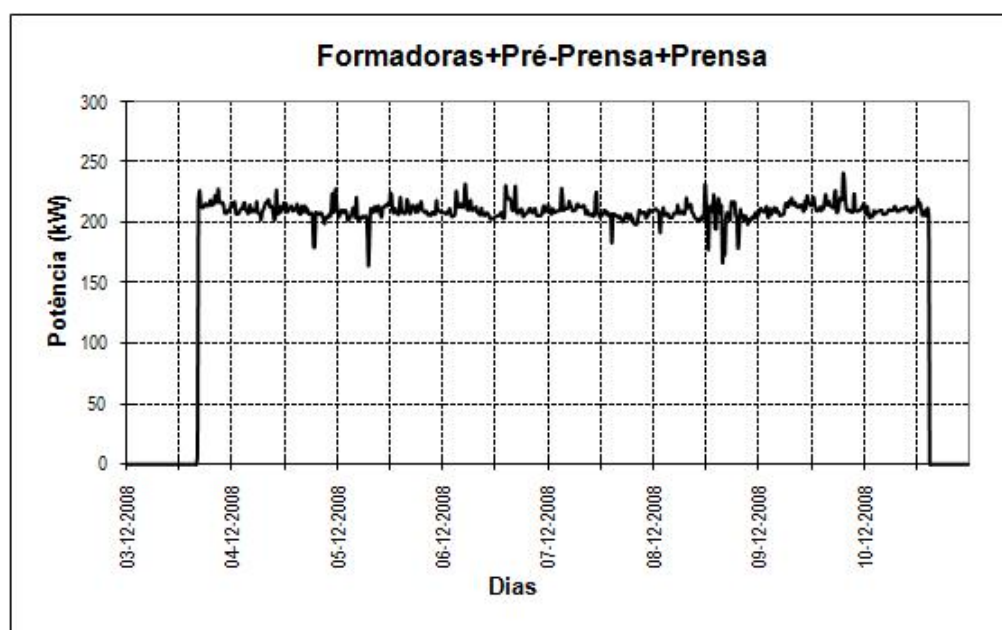
No PT1 foi necessário recolher dados em duas semanas. Os dados recolhidos na primeira estão compreendidos entre as 16 horas do dia 26 de Novembro e as 16 horas do dia 3 de Dezembro de 2008 e na segunda semana recolheram-se os dados entre as 16 horas do dia 3 de Dezembro e as 15 horas do dia 10 de Dezembro de 2008.

Os consumidores analisados neste PT foram os seguintes:

- Formadoras+Pré-prensa+Prensa contínua
- Central de termofluido da Prensa
- Quadro TVM - Sistema de aspiração/despoeiramento da linha
- Encoladoras
- Esquadriadoras

### Formadoras+Pré-prensa+Prensa contínua

A alimentação eléctrica das centrais hidráulicas da prensa e pré-prensa, do sistema de exaustão e dum grande número de pequenos motores associados às formadoras da linha contínua é realizado a partir do quadro Formadoras+Pré-prensa+Prensa contínua. Procedeu-se à medição deste quadro, do exaustor da prensa e das duas bombas de 75 kW da central hidráulica da prensa. O resultado das medições no quadro global apresenta-se na figura 4.2.



**Figura 4.2** - Diagrama de Cargas do Quadro Formador+Pré-Prensa+Prensa

Como se pode verificar, estes equipamentos apresentam um regime de carga muito regular. Obtiveram-se potências situadas entre 180 e 240 kW, das quais cerca de 37% são da responsabilidade do exaustor da prensa e da central hidráulica, como se pode verificar na tabela 4.5.

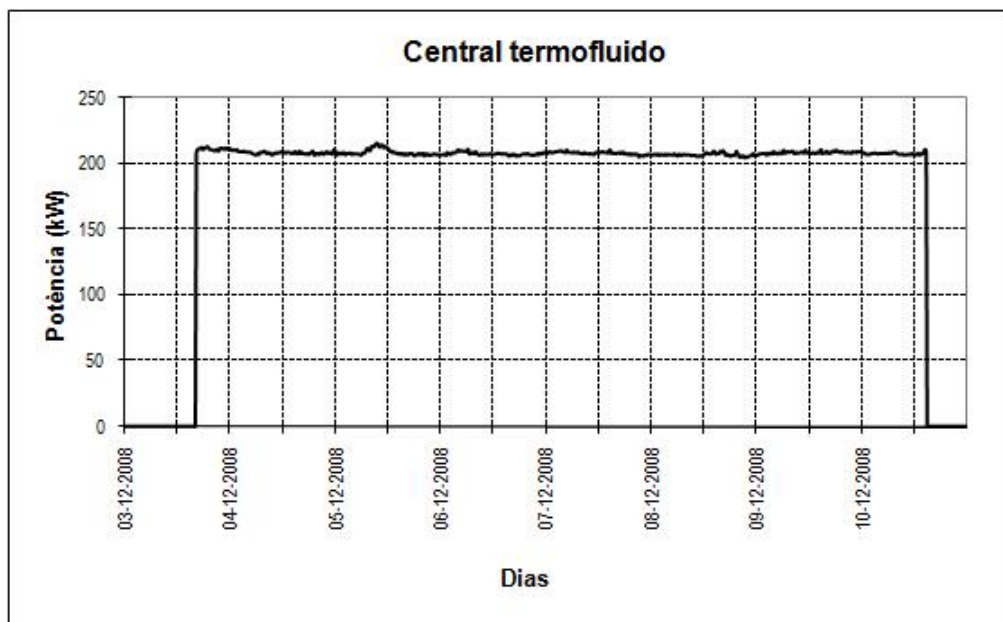
**Tabela 4.5** - Potência dos Equipamentos existentes no Quadro Formadoras

<b>Q. Formadoras</b>	<b>kW</b>	<b>%</b>
Exaustor da prensa	44,8	21,33%
B. Central hidráulica	11,5	5,48%
B. Central hidráulica	21,0	10,00%
Outros	132,7	63,19%
<b>Total</b>	<b>210</b>	<b>100%</b>

O consumo diário deste conjunto de motores ascendeu a 5 035 kWh/dia.

### Central de termofluido da Prensa

A central de termofluido da prensa integra cinco bombas com potências instaladas de 55 kW, 90 kW, 55 kW, 15 kW e 15 kW. Foram medidos os consumos eléctricos globais da central, obtendo-se o diagrama de carga representado na figura 4.3.



**Figura 4.3** - Diagrama de Cargas do Quadro Central Termofluido

Esta central apresenta uma potência da ordem dos 207 kW, a que corresponde um consumo diário de 34 653 kWh. Este valor é o resultado do somatório das potências parciais das várias bombas, que apresentam uma carga elevada e muito constante, com os seguintes valores médios de potência activa (tabela 4.6):

**Tabela 4.6** - Potência das cinco bombas de termofluido

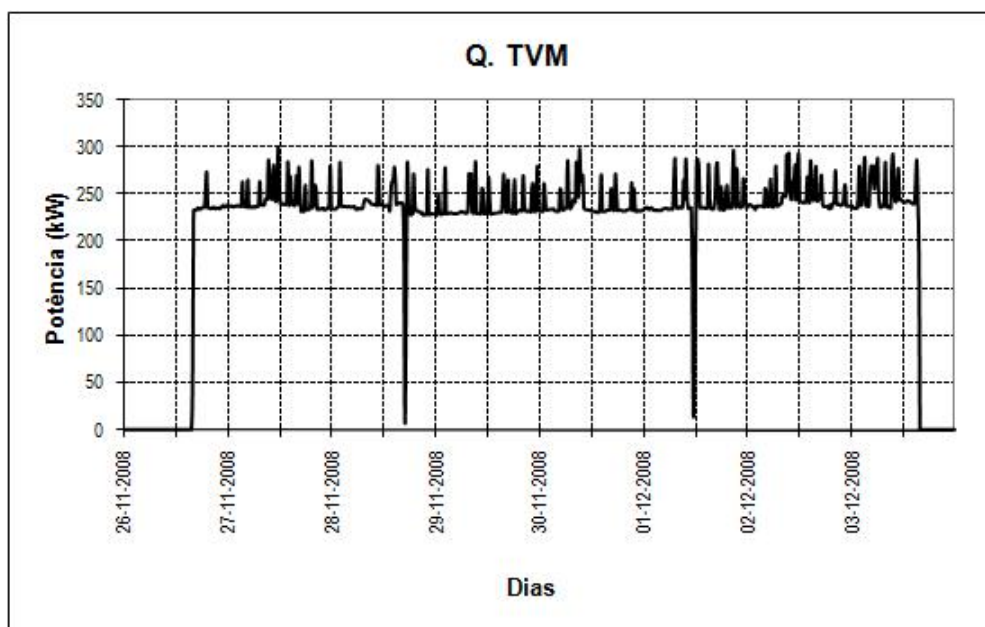
	<b>kW</b>
B55	54,1
B90	80,7
B55	46,7
B15	12,7
B15	12,7
<b>Total</b>	<b>206,9</b>

### Quadro TVM - Sistema de aspiração/despoeiramento da linha

A linha contínua dispõe de um sistema de despoeiramento. O sistema é composto por várias condutas que convergem numa conduta geral, que transporta as partículas até um filtro de mangas colocado no exterior, aspiradas por dois ventiladores de 160 kW e 75 kW. O

material recolhido neste filtro de mangas é reenviado para o interior, por intermédio dum blower de 18,5 kW, sendo libertado nas encoladoras.

Foram efectuadas medições de consumo ao quadro que alimenta o sistema de despoeiramento e obteve-se o diagrama de carga da figura 4.4.



**Figura 4.4** - Diagrama de Cargas do Quadro TVM - Sistema de aspiração da linha

A menos de algumas paragens temporárias, as potências do sistema de aspiração da linha, estão compreendidas entre 240 e 285 kW, resultando de um consumo diário da ordem dos 5 737 kWh/dia. As potências registadas estão associadas aos dois ventiladores, como se pode verificar na tabela 4.7.

**Tabela 4.7** - Potência dos equipamentos existentes no quadro TVM

<b>Q. TVM</b>	<b>kW</b>	<b>%</b>
Ventilador 160kW	157	65,8%
Ventilador 75kW	56	23,6%
Blower 18,5kW	11	4,7%
Outros	14	5,9%
<b>Total</b>	<b>239</b>	<b>100%</b>

### Encoladoras

As encoladoras da linha contínua fazem a mistura e a homogeneização dos vários produtos. Existem três encoladoras, duas com potência instalada de 75 kW e uma de 160 kW. Foi medido o consumo global das encoladoras, obtendo-se os resultados apresentados na figura 4.5.

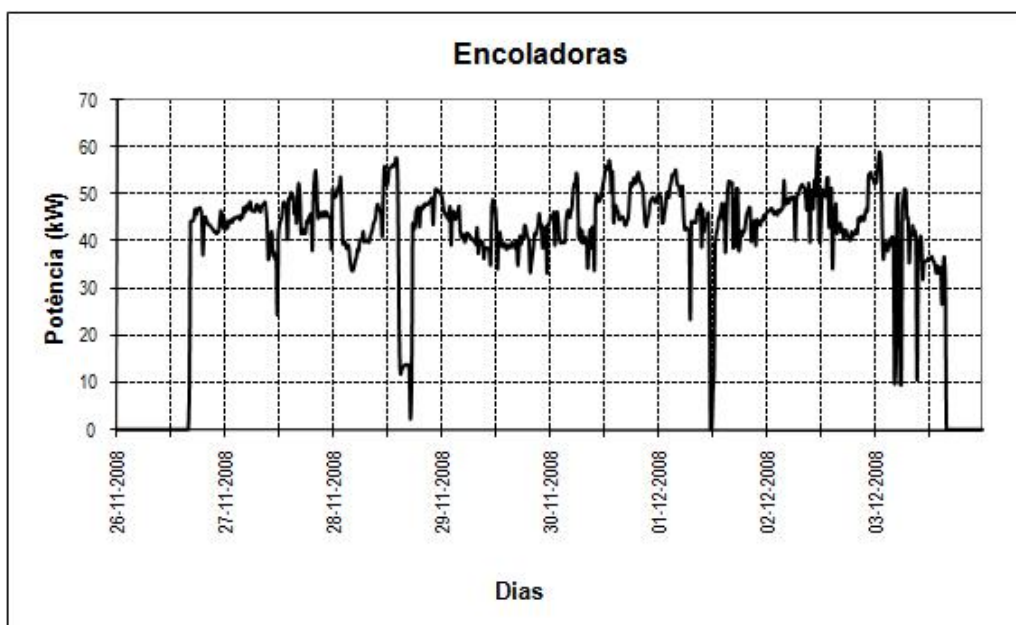


Figura 4.5 - Diagrama de Cargas das Encoladoras

Como se pode verificar, as encoladoras apresentam um regime de carga muito inconstante, com algumas flutuações. A sua potência média é de 44,7 kW, cerca de 14% da carga total.

As variações que se registaram no diagrama de carga sugerem um relativo subaproveitamento das encoladoras. Esta situação conduz a desperdícios de energia.

#### Esquadriadoras

A potência total instalada na serra de esquadriar longitudinal é de 55 kW e na transversal de 65 kW. Foram efectuadas medições no quadro que alimenta estes equipamentos, que permitiram desenhar o diagrama de carga da figura 4.6.

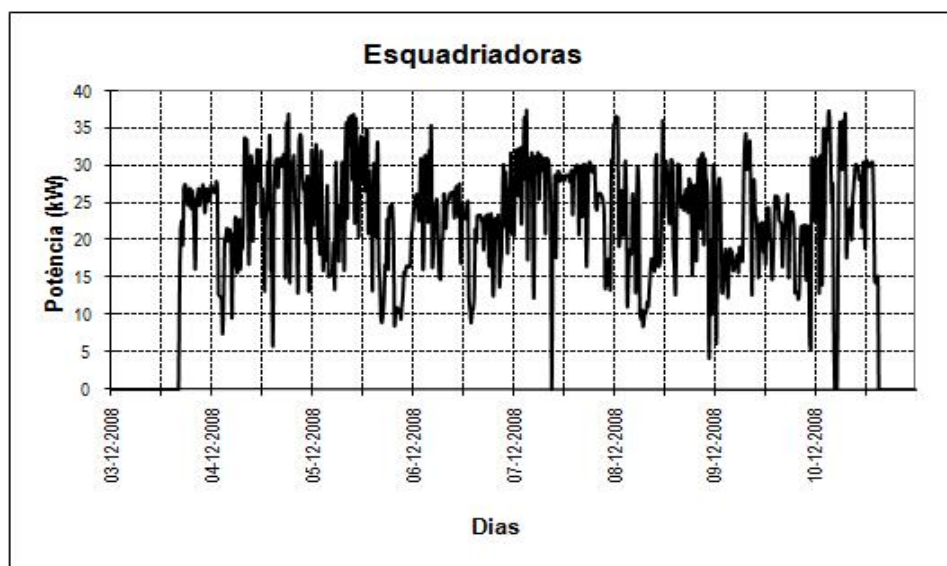


Figura 4.6 - Diagrama de Cargas das Esquadriadoras

Estas máquinas apresentam uma potência bastante baixa, com valores médios de 23,5 kW, absorvendo um dia completo, apenas 575 kWh/dia.

Está instalado um contador de electricidade no PT1, sendo a potência média de 1 070 kW. Deste valor cerca de 60% são da responsabilidade do quadro Formadoras+Pré-prensa+Prensa, do sistema de despoejamento TVM e da central de termofluido como se pode verificar na tabela 4.8.

**Tabela 4.8 - Balanço energético do PT1**

<b>PT1</b>	<b>kW</b>	<b>%</b>
Formadoras+Pré-prensa+Prensa	210	20%
Q. TVM	242	23%
Central Termofluido	207	19%
Encoladoras	44,7	4%
Esquadriadoras	23,5	2%
Outros	342,8	32%
<b>Total</b>	<b>1070</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.3 - Análise dos dados do PT2

Os dados recolhidos dos analisadores no PT2 estão compreendidos as 16 horas do dia 13 de Novembro e as 17 horas do dia 20 de Novembro de 2008.

Os consumidores analisados foram os seguintes:

- Lixadora 1 (2 saídas)
- Lixadora 2
- Quadro Sistemas de Aspiração TVM
- Serra Giben
- Ventilador da Serra Giben
- Compressor nº 2
- Compressor nº 3
- Compressor nº 4
- Iluminação e Tomadas

##### **Lixadoras**

A potência instalada nas lixadoras é bastante elevada, sendo 500 kW para a lixadora 1 e 312 kW para a lixadora 2. Foram efectuadas medições em cada um dos equipamentos. No caso da lixadeira 1, efectuou-se uma medição simultânea nos dois circuitos que a alimentam, determinando-se os diagramas de carga que se apresentam nas figuras 4.7 e 4.8.

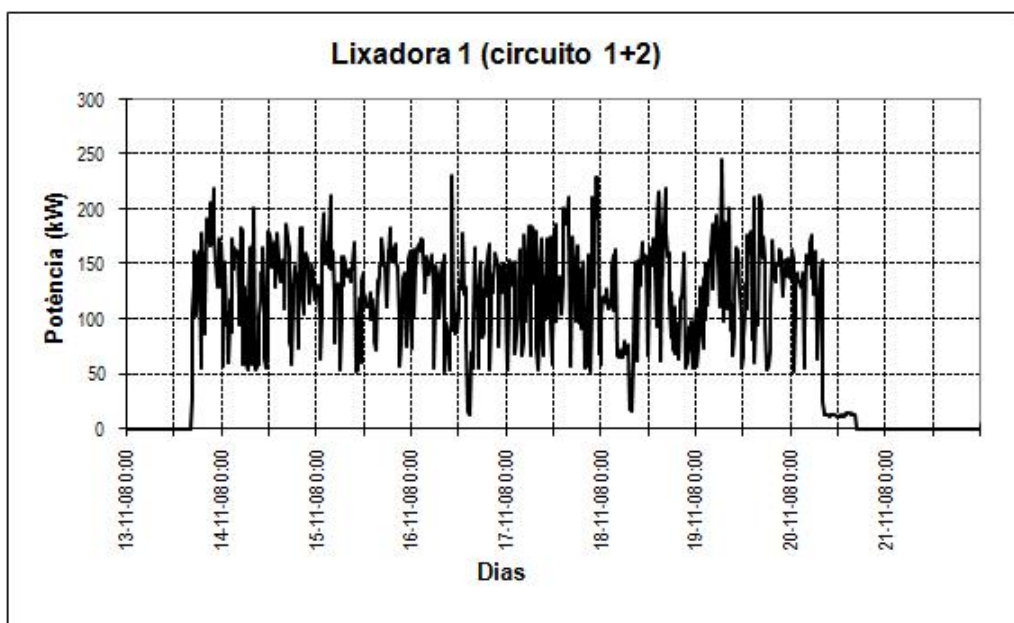


Figura 4.7 - Diagrama de Cargas da Lixadora 1

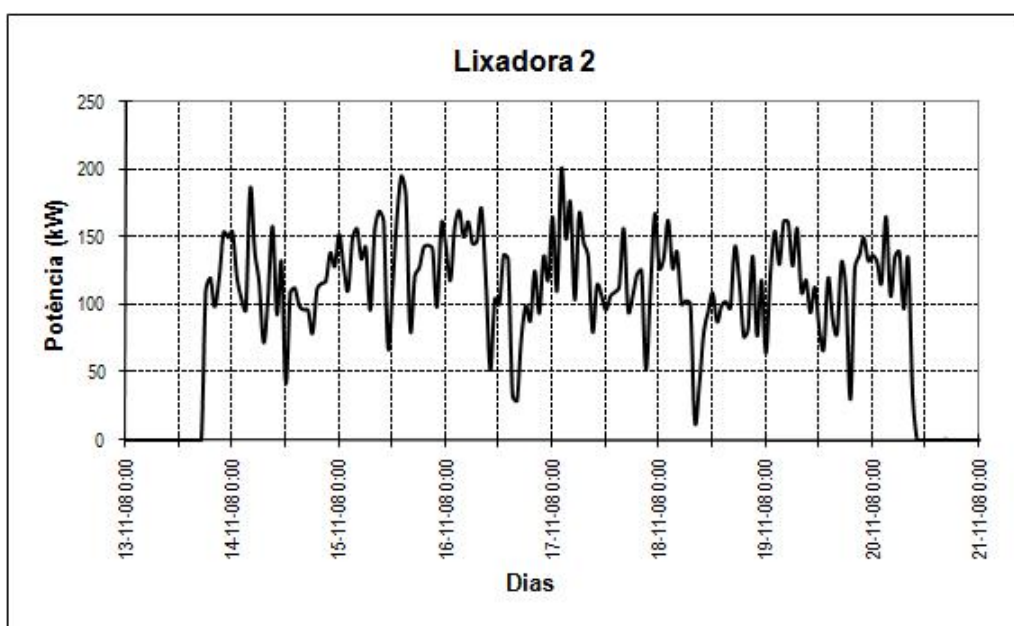


Figura 4.8 - Diagrama de Cargas da Lixadora 2

A análise dos diagramas permite constatar uma relativa irregularidade no funcionamento dos equipamentos, com grandes oscilações de carga, a que estão associadas pequenas paragens.

A lixadora 1 apresentou potências médias entre 80 e os 205 kW, com uma potência máxima de 245 kW. A lixadora 2 registou uma potência máxima de 200 kW, com valores normais, a variar entre 70 e 150 kW. Os consumos diários medidos foram de 3 054 e 2 739 kWh/dia, respectivamente para a lixadora 1 e lixadora 2, totalizando 5 793 kWh/dia.

As variações que se registaram nos diagramas de carga e o consumo médio que apresentam sugerem um relativo subaproveitamento das duas lixadoras, situação que normalmente conduz a desperdícios de energia.

#### Quadro Sistemas de Aspiração TVM

O sistema de aspiração TVM consiste num conjunto de ventiladores independentes. Neste sistema está inserido o ventilador da lixadora 1 de 132 kW, o ventilador da lixadora 2 de 110 kW, o ventilador das serras de esquadriar longitudinal e de 55 kW, o ventilador da serra diagonal de 55 kW e o ventilador do transportador pneumático de 18,5 kW. Obteve-se o diagrama de cargas apresentado na figura 4.9.

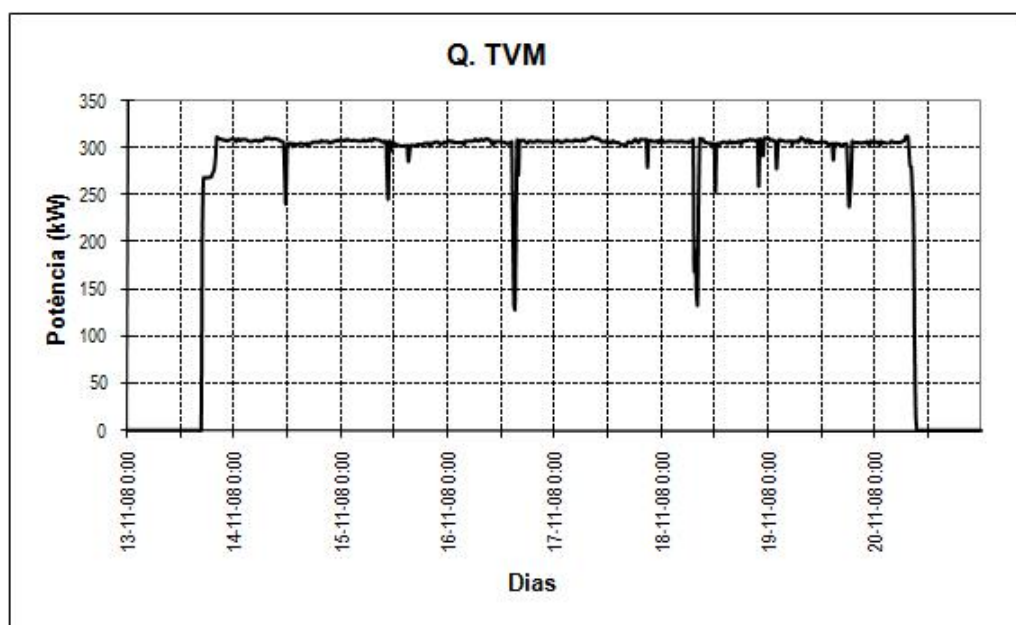


Figura 4.9 - Diagrama de Cargas do Quadro TVM

  plena carga, obtiveram-se potências superiores a 300 kW, resultando num consumo de 7 302 kWh/dia.

Embora se registem algumas paragens parciais dalguns ventiladores, a regularidade do diagrama ao longo de períodos muito alongados, sugere que a desactivação dos sistemas de despoeiramento será realizada com uma regularidade muito diferente dos equipamentos associados. Esta ocorrência traduz-se por algum desperdício de energia, devendo ser criadas rotinas e/ou ser instalados sistemas de controlo automático, que evitem este tipo de situações.



### Serra Giben

A serra Giben é um equipamento com uma potência instalada de 120 kW e dispõe de um sistema de despoejamento próprio para aspiração das aparas e poeiras resultantes da operação, cujo ventilador é de 55 kW. Foram realizadas medições de consumo global do conjunto serra e ventilador e apenas do ventilador, apresentando-se os resultados nos diagramas nas figuras 4.10 e 4.11.

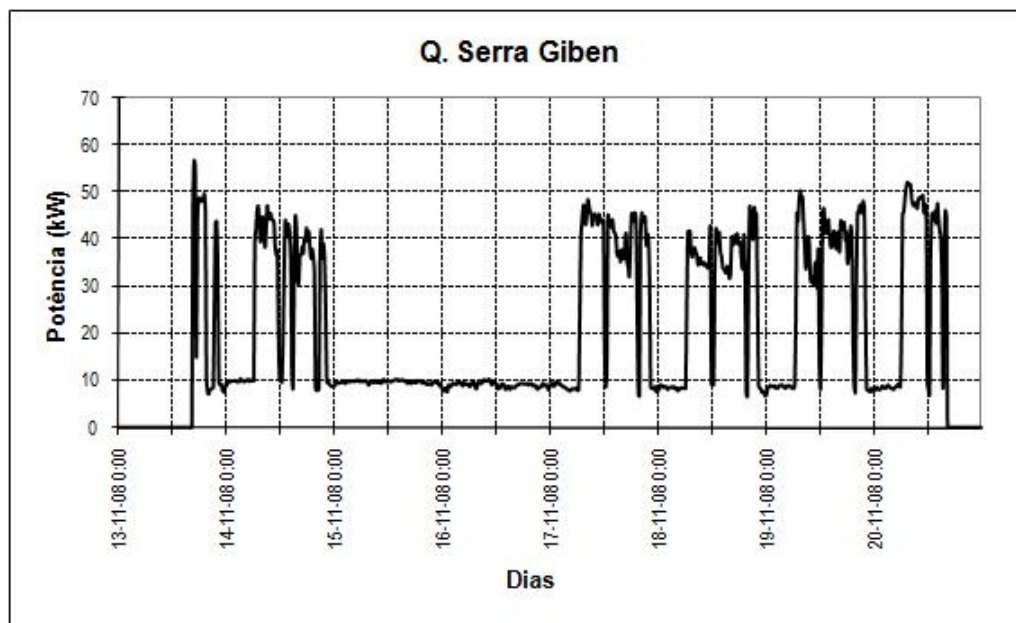


Figura 4.10 - Diagrama de Cargas do Quadro Serra Giben

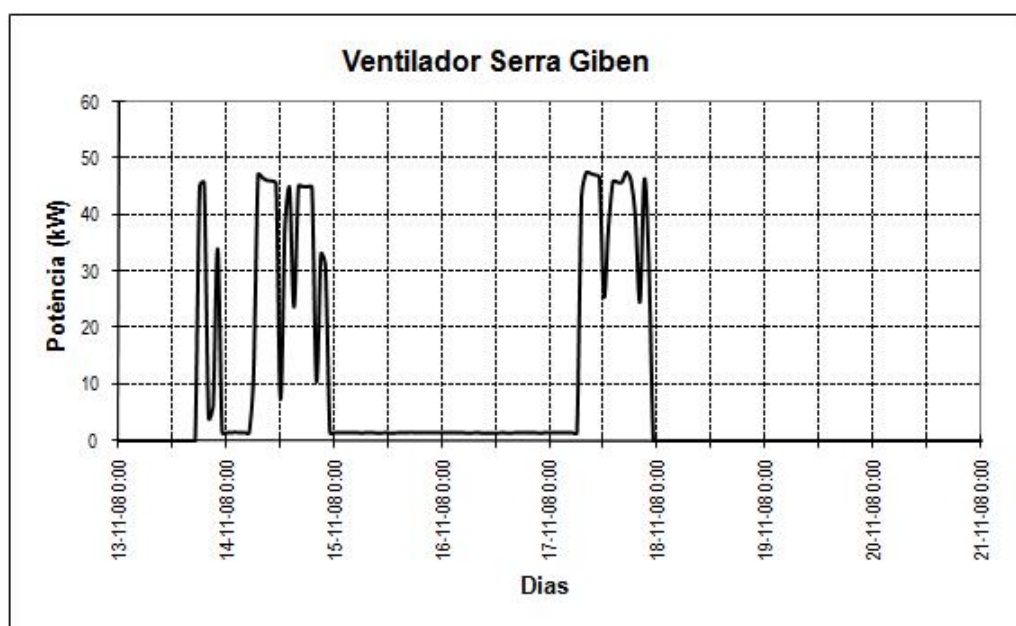


Figura 4.11 - Diagrama de Cargas do ventilador da Serra Giben

A serra Giben apresenta um regime de laboração relativamente estável, com pequenas paragens ao longo do dia. O seu ventilador de despoeiramento está em perfeita sintonia com a serra, sendo desligado nos períodos de inactividade.

Este conjunto apresentou um consumo diário da ordem dos 3758 kWh/dia, com potências compreendidas entre 34 e 46 kW.

### Compressores

A instalação fabril de Aglomerados dispõe duma central térmica de ar comprimido. Na central térmica estão instalados 3 compressores:

**Tabela 4.9** - Características dos compressores

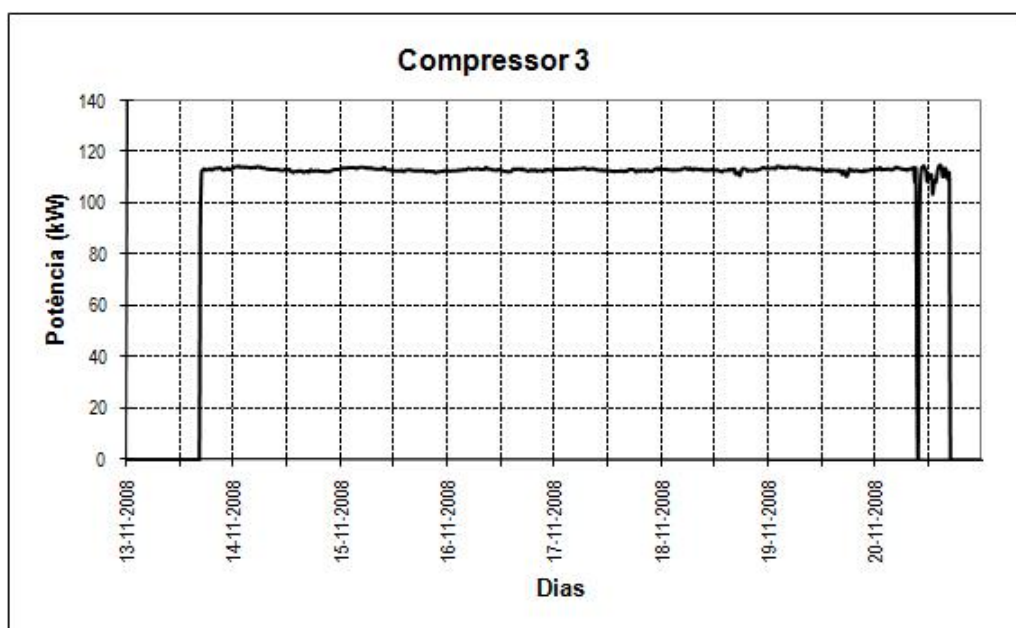
Nº	Marca	Modelo	Débito Ar m <sup>3</sup> /min	Pressão Máxima bar	Potência Instalada kW
2	ATLAS COPCO	GA75	12,3	7,5	85
3	ATLAS COPCO	GA110	20	7,5	140
4	ATLAS COPCO	GA75	12,3	7,5	85

O funcionamento dos compressores é controlado por sequenciador de arranque que, em função da sequência pré-definida e das variações de pressão na rede, vai colocando em carga ou vazio os três unidades.

Actualmente a sequência é compressor 3 - compressor 2- compressor 4.

Para os compressores recolheu-se os dados em duas semanas. Assim, Os dados recolhidos estão compreendidos entre o dia 13 de Novembro e o dia 27 de Novembro de 2008.

Na primeira semana obtiveram-se os diagramas de carga seguintes.



**Figura 4.12** - Diagrama de Cargas do Compressor 3 na primeira semana

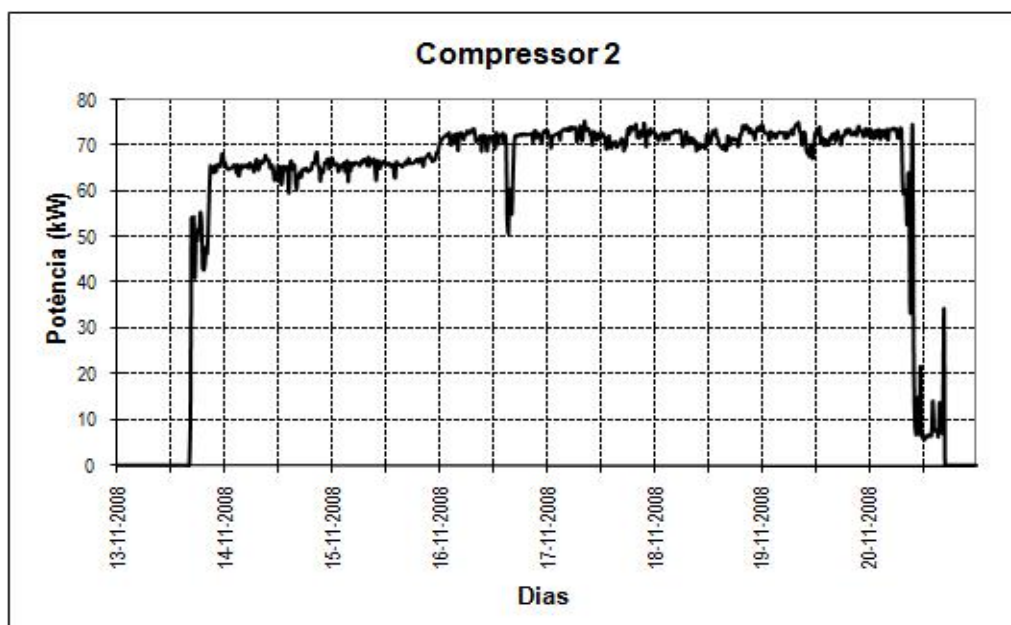


Figura 4.13 - Diagrama de Cargas do Compressor 2 na primeira semana

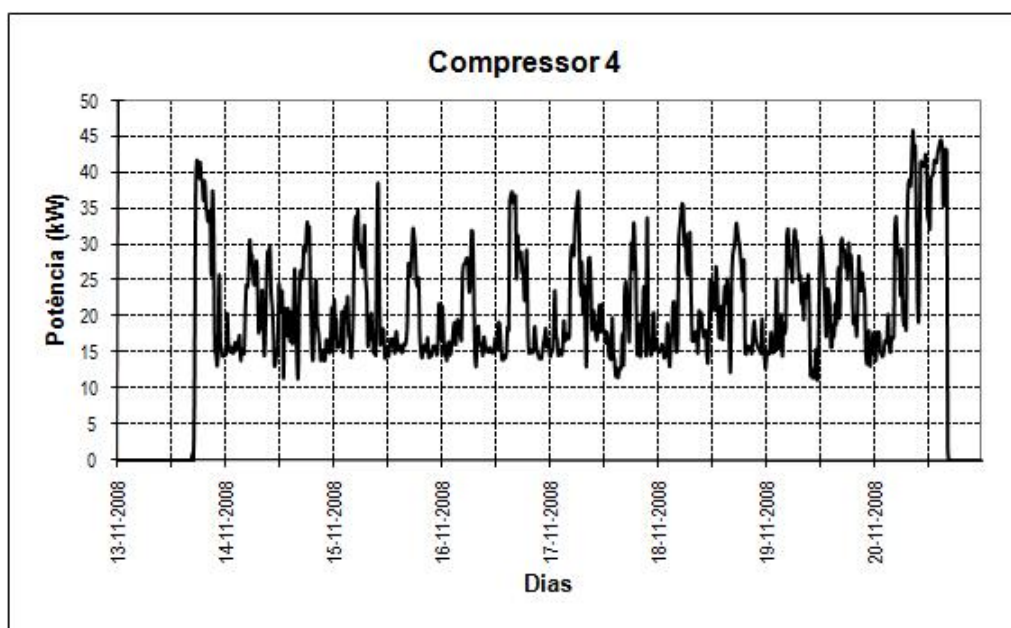


Figura 4.14 - Diagrama de Cargas do Compressor 4 na primeira semana

A partir dos diagramas das figuras 4.12, 4.13 e 4.14 é possível verificar que a sequência de arranque é compressor 3 - compressor 2- compressor 4. O compressor 3 apresenta uma potência média de 113 kW, o compressor 2 de 70 kW e o compressor 4 de 22 kW.

As potências médias que os compressores apresentam indicam que o compressor 2 arranca antes de o compressor 3 estar na carga máxima e que o compressor 4 arranca antes do compressor 2 estar no seu máximo. Esta situação acarreta desperdícios de energia.

Na segunda semana obtiveram-se os diagramas das figuras 4.15, 4.16 e 4.17.

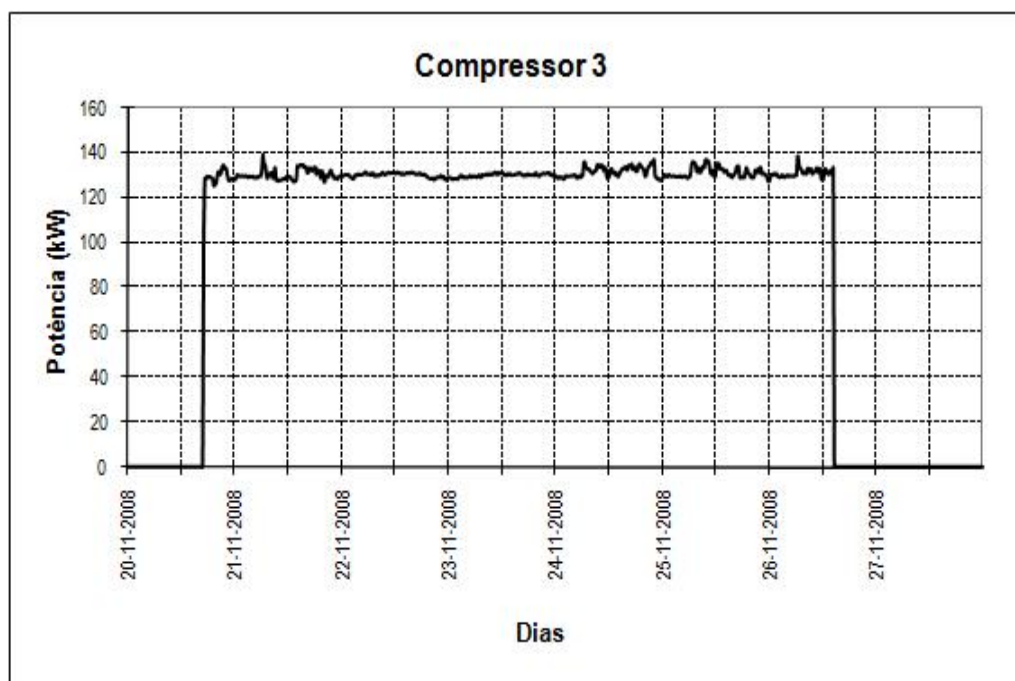


Figura 4.15 - Diagrama de Cargas do Compressor 3 na segunda semana

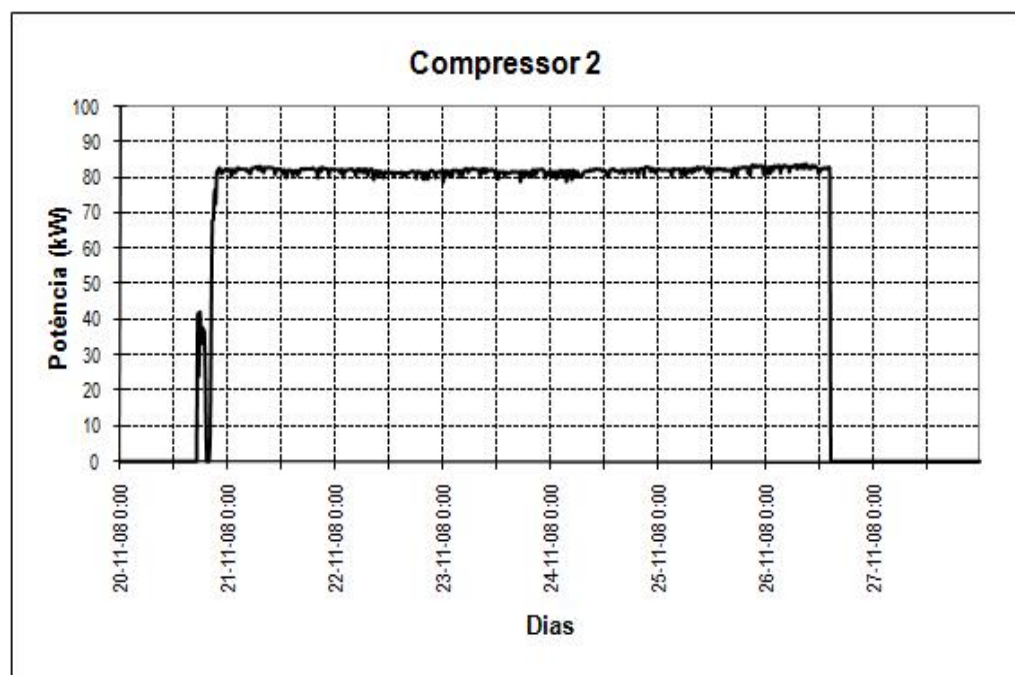
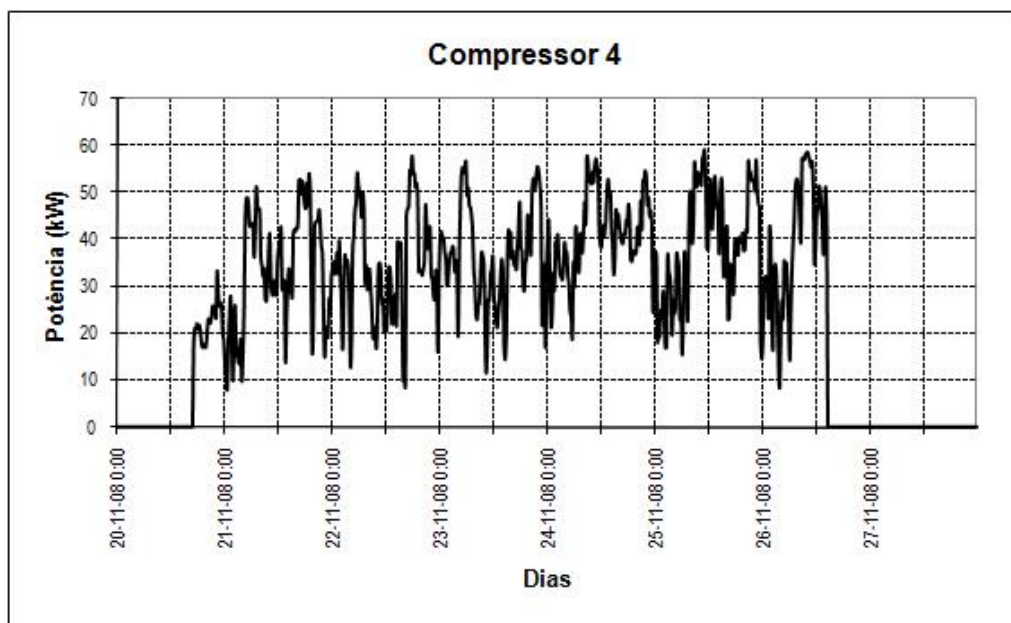


Figura 4.16 - Diagrama de Cargas do Compressor 2 na segunda semana



**Figura 4.17** - Diagrama de Cargas do Compressor 4 na segunda semana

Nesta semana, o compressor 3 apresenta uma potência média de 131 kW, o compressor 2 de 82 kW e o compressor 4 de 36 kW. Estas potências indicam que o compressor 2 arranca quando o compressor 3 está com carga elevada e que o compressor 4 arranca depois do compressor 2 está com uma carga alta.

Na segunda semana os compressores trabalharam como seria de esperar uma vez que no dia 20 de Novembro foi feita uma limpeza às mangas do sistema de distribuição de ar comprimido.

Como as mangas estavam cheias de lixo faziam com que o ar comprimido não circulasse bem pelo sistema de distribuição, o que obrigava o compressor seguinte arrancar antes de o compressor anterior estar em plena carga. Com a limpeza das mangas o ar comprimido começou a circular nas mangas sem problemas, e assim o arranque dos compressores foi realizada correctamente.

Desta forma deve-se fazer limpezas regulares às mangas para não existir desperdícios de energia.

### **Iluminação e Tomadas**

Também foram efectuadas medições no quadro de iluminação e tomadas do PT2, que resultaram o diagrama de carga da figura 4.18.

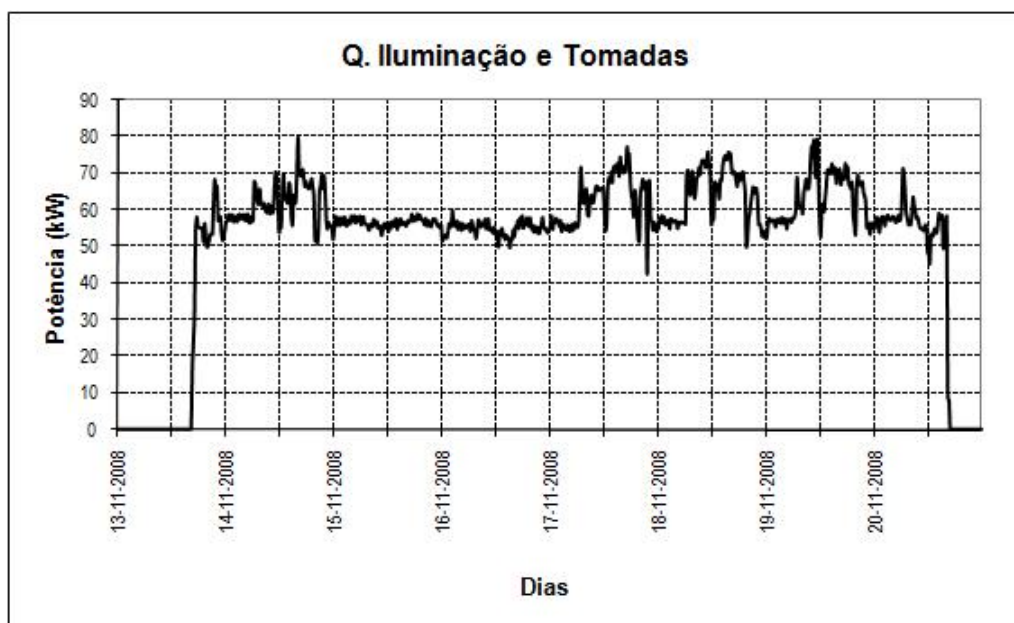


Figura 4.18 - Diagrama de Cargas do Quadro Iluminação e Tomadas

Observando o diagrama de cargas do quadro verifica-se que a potência média é bastante elevada, sendo da ordem de 58 kW.

A partir das medições efectuadas em todos os quadros no PT2 é possível determinar o balanço energético do posto de transformação, que está apresentado na tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Balanço energético do PT2

PT2	kW	%
Lixadora 1	122,7	14%
Lixadora 2	122	14%
Quadro TVM	289	33%
Quadro Serra Giben	39	4%
Compressor 2	82	9%
Compressor 3	130,9	15%
Compressor 4	36,4	4%
Iluminação e tomadas	58	7%
<b>Total</b>	<b>880</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.4 - Análise dos dados do PT3

Os dados recolhidos dos analisadores no PT3 estão compreendidos as 15 horas do dia 20 de Novembro e as 15 horas do dia 26 de Novembro de 2008. Neste PT foram medidos, o consumo da linha de reciclados, o do moinho de martelos e o da área de preparação de partículas PU.



### Linha de Reciclados

O diagrama de cargas da linha de reciclados encontra-se na figura 4.19.

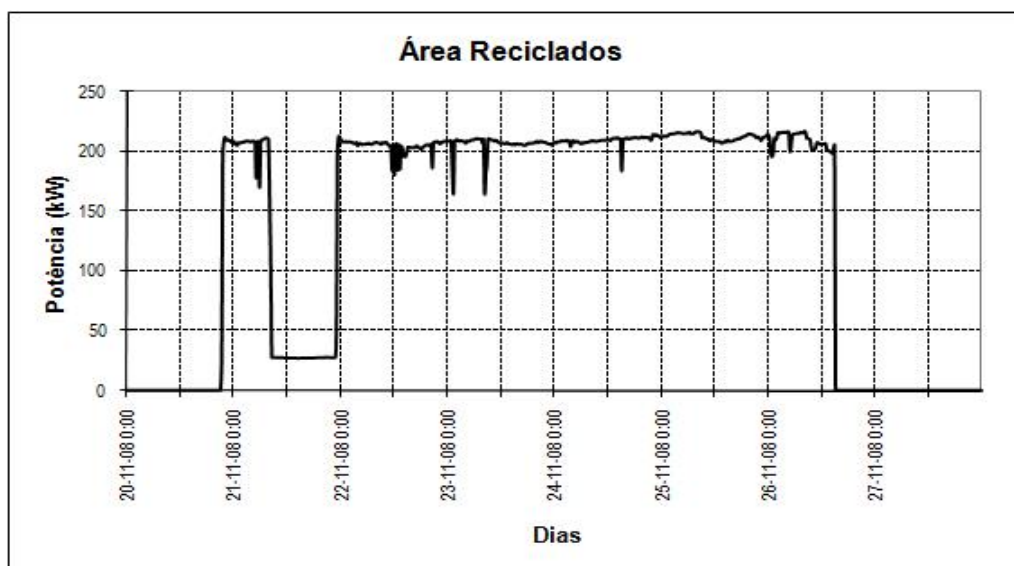


Figura 4.19 - Diagrama de Cargas do Quadro da área Reciclados

Como se verifica, quando em funcionamento, a linha apresenta um regime de carga muito regular. As potências estão compreendidas entre 206 e os 212 kW, resultando num consumo diário superior a 500 kWh/dia, equivalente a cerca de 38% do total do PT3.

### Área de preparação de partículas PU

A alimentação eléctrica dos equipamentos associados ao sector de preparação de partículas PU é realizada a partir do mesmo quadro. O resultado da medição ao quadro global apresenta-se no gráfico da figura 4.20.

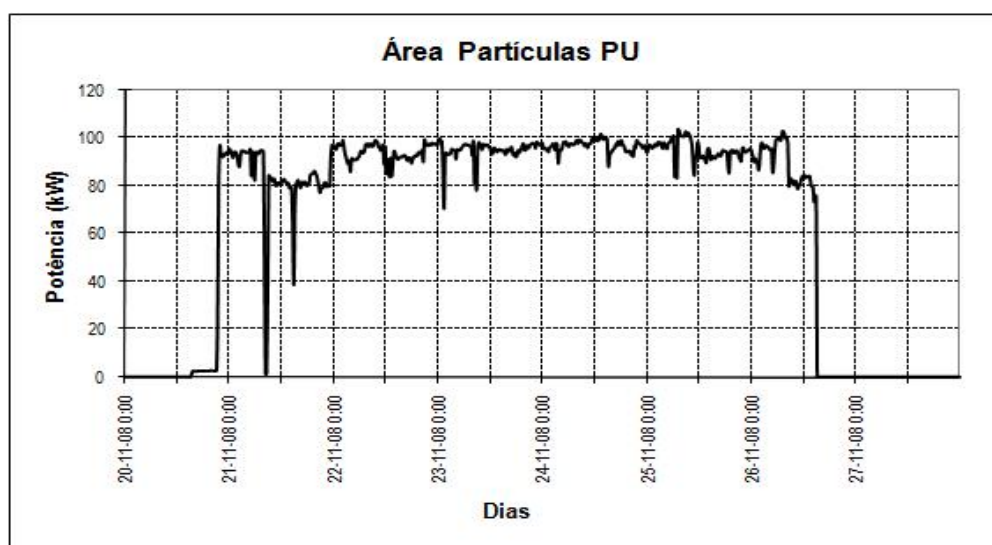


Figura 4.20 - Diagrama de Cargas do Quadro da área de Partículas PU

O sector de preparação de partículas apresenta um regime de carga regular, com potências compreendidas entre 70 e os 100 kW, resultando num consumo diário superior a 2 280 kWh, equivalente a cerca de 17% do total do PT3.

#### Moinho de Martelos

O moinho de martelos é um equipamento accionado por um motor de potência de 500 kW, com alimentação a 6 kV. Este moinho pertence à linha de reciclados e realiza a fragmentação do material.

Está instalado um contador de energia neste equipamento, apresentando-se o seu diagrama horário de carga no gráfico da figura 4.21.

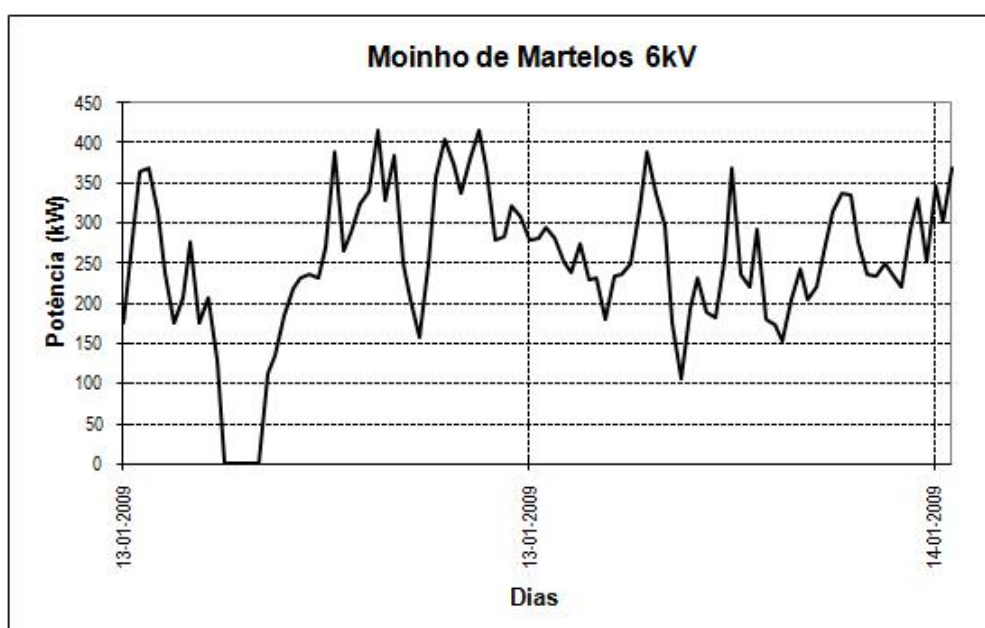


Figura 4.21 - Diagrama de Cargas do Quadro do Moinho de Martelos 6kV

Embora com algumas paragens, este moinho apresenta normalmente um regime de carga elevado, com picos de potência superiores a 400 kW e valores médios acima dos 200 kW.

Com as medições efectuadas nos três quadros é possível determinar o balanço energético horário do PT3, que está apresentado na tabela 4.11.

Tabela 4.11 - Balanço energético do PT3

PT3	kW	%
Área de Reciclados	208	38%
Área Partículas PU	95	17%
Moinho de Martelos	251,5	45%
<b>Total</b>	<b>554,5</b>	<b>100%</b>



#### 4.3.5 - Análise dos dados do PT4

No PT4 os dados recolhidos estão compreendidos as 19 horas do dia 10 de Dezembro e as 16 horas do dia 16 de Dezembro de 2008.

Os consumidores analisados foram os seguintes:

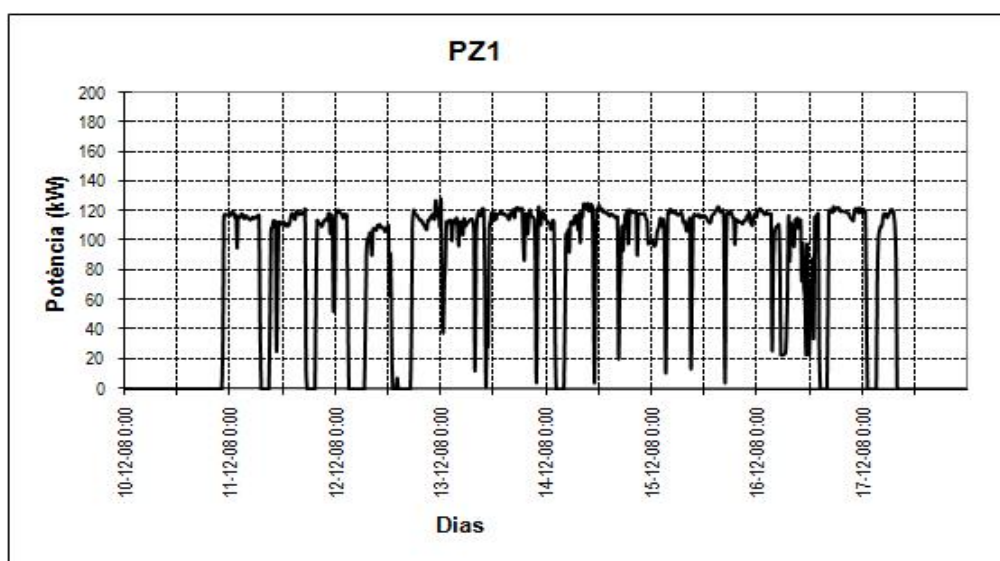
- Destroçador PZ1
- Destroçador PZ2
- Destroçador PZ4
- Área de preparação de partículas PZ
- Secador BSH
- Secador Recalor
- Moinho de martelos
- Refinador PSKM15
- Área de separação/Refinação de Partículas

##### **Destroçadores**

Os destroçadores Pz's pertencem ao sector preparação de partículas PZ e transformam a estilha produzida no destorçador Maier em partículas de tamanho conveniente. O PZ1 e o PZ2 têm uma potência instalada de 709 kW cada, enquanto que o PZ3 e PZ4 têm uma potência de 702 kW.

Foram realizadas medidas nos destroçadores PZ1, PZ2 e PZ4. Não foi possível efectuar medições no destorçador PZ3 uma vez que para abrir a porta do quadro eléctrico PZ3 era necessário desligar o equipamento.

Os diagramas de cargas dos três destroçadores encontram-se nos gráficos das figuras 4.22, 4.23 e 4.24.



**Figura 4.22 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ1**

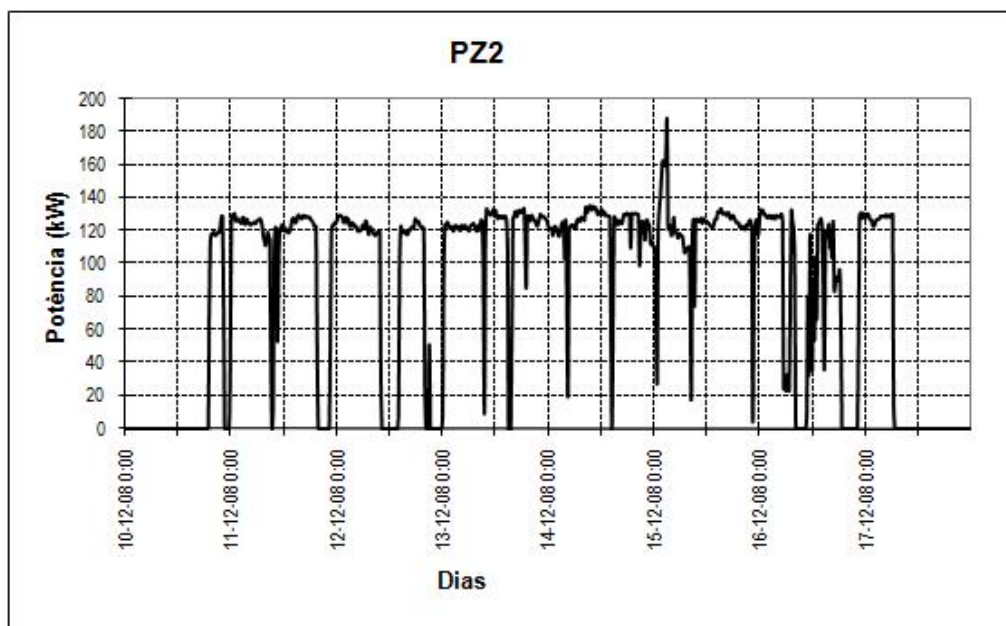


Figura 4.23 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ2

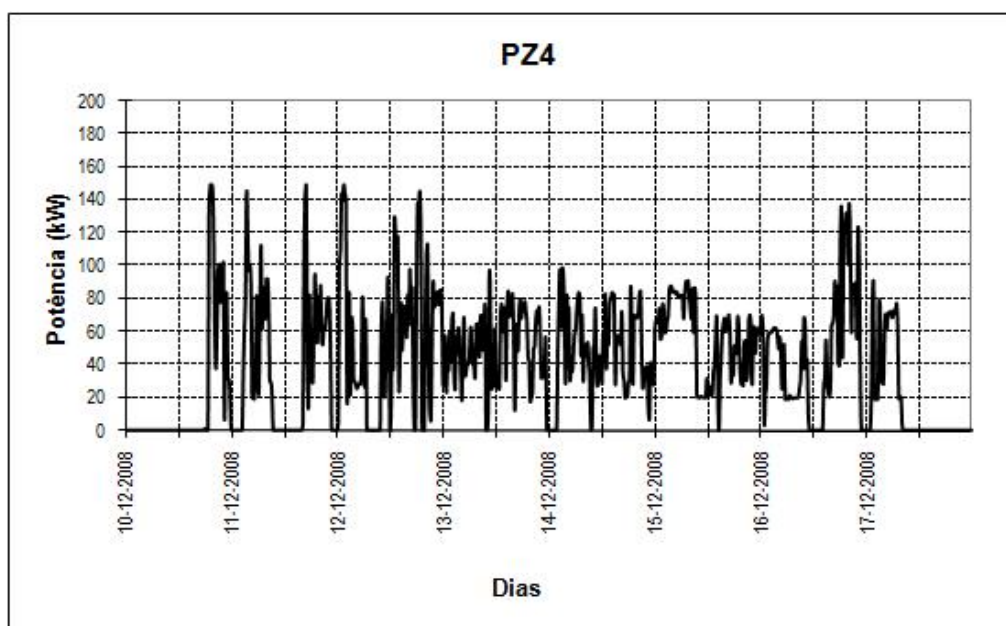


Figura 4.24 - Diagrama de Cargas do Destroçador PZ4

Verifica-se, a partir dos diagramas, que o destroçadores PZ1 e PZ2 apresentam um regime ciclo embora irregular, com cargas horárias a variar entre 30 e 50 %. Os seus consumos diários também são bastantes variáveis, oscilando entre 822 a 2 638 kWh/dia.

O destroçador PZ4 apresenta um regime muito irregular, com potências que variam entre 33 e 55 kW.

Os três destroçadores apresentam um consumo médio muito baixo, o que aponta um subaproveitamento dos destroçadores. Este subaproveitamento pode provocar um desperdício de energia.

### Área de preparação de partículas PZ

A alimentação eléctrica dos equipamentos associados ao sector de preparação de partículas PZ é realizada a partir do mesmo quadro. O resultado da medição ao quadro global apresenta-se na figura 4.25.

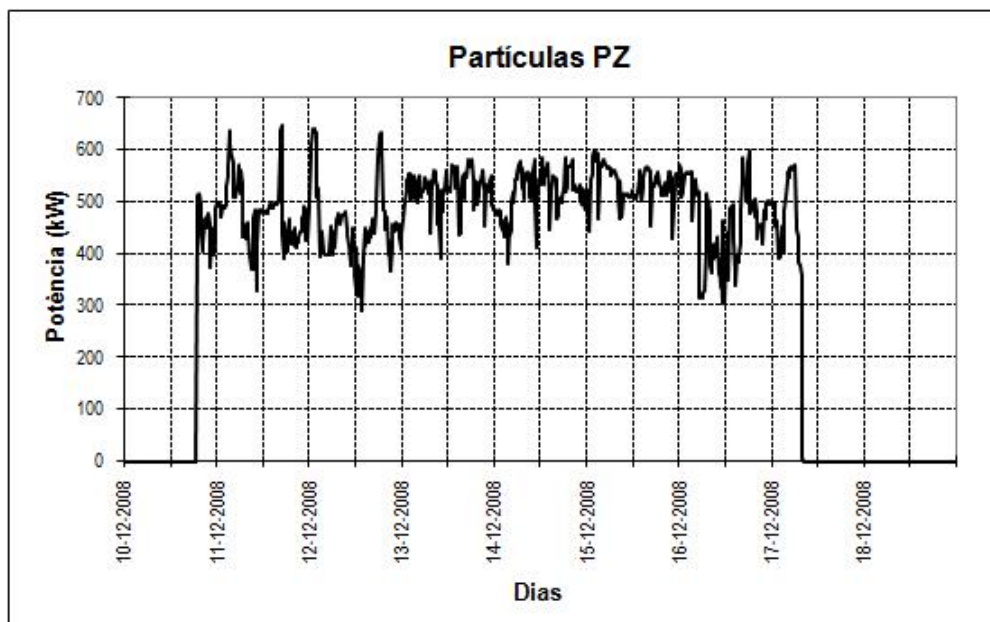


Figura 4.25 - Diagrama de Cargas da área de Partículas PZ

O sector de preparação de partículas apresenta um regime de carga irregular, com potências entre 290 e os 650 kW, resultando num consumo diário superior a 11 870 kWh/dia. Cerca de 60% do consumo total do sector é relativo aos 3 destrojadores.

### Secador BSH

No secador BSH procede-se à secagem de uma parte das partículas provenientes dos silos PU e PZ. Foi medido o consumo eléctrico do secador, obtendo-se o diagrama de carga, figura 4.26.

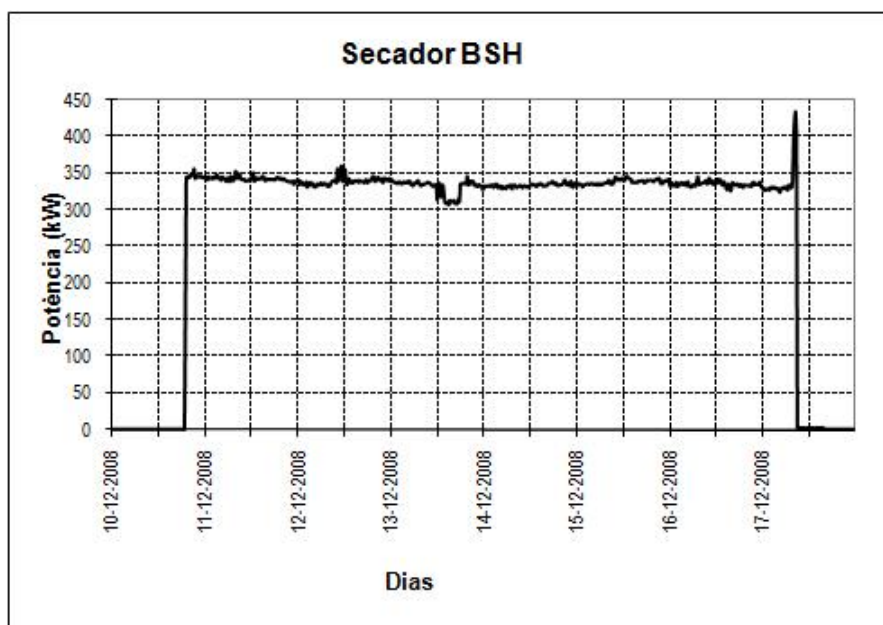


Figura 4.26 - Diagrama de Cargas do secador BSH

O secador apresenta um consumo diário da ordem dos 8045 kWh/dia, valor típico para este equipamento. Apresenta um regime de carga bastante estável, com potências a oscilar entre 315 e 350 kW.

#### Secador Recalor

No secador Recalor procede-se à secagem das restantes partículas PU e PZ. O secador Recalor é um importante consumidor de energia eléctrica, fundamentalmente por força do seu ventilador de circulação que possui um motor de 400 kW. Obteve-se o diagrama de cargas da figura 4.27.

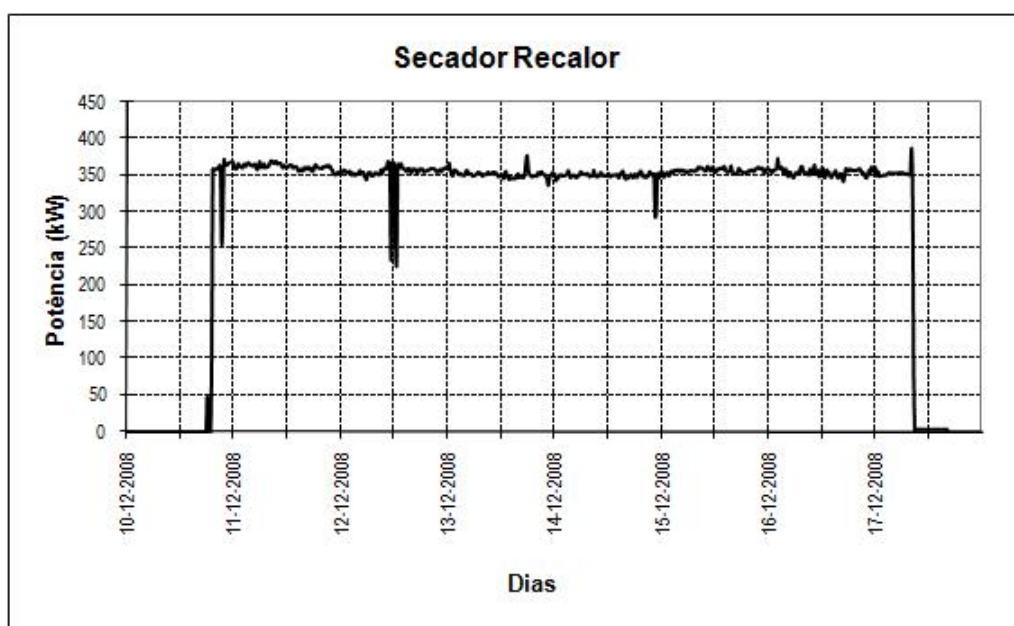


Figura 4.27 - Diagrama de Cargas do secador Recalor

O secador apresenta regime de trabalho muito regular, com valores normais de potência compreendidos entre 350 e 360 kWh, resultando num consumo médio diário da ordem dos 8 444 kWh/dia. Este valor de consumo é típico para este equipamento.

### Refinadores

Os refinadores PSKM15 de 315 kW e moinho de martelos de 250 kW pertencem ao sector de Separação/refinação de partículas. Foram realizadas medições de consumo dos refinadores, apresentando-se os resultados nos diagramas das figuras 4.28 e 4.29.

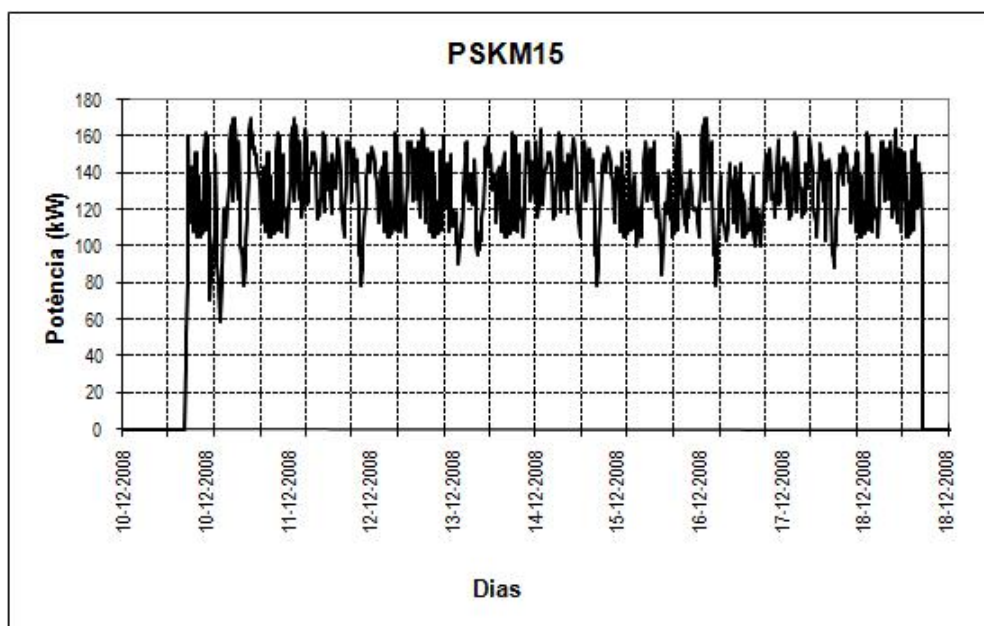


Figura 4.28 - Diagrama de Cargas do Refinador PSKM15

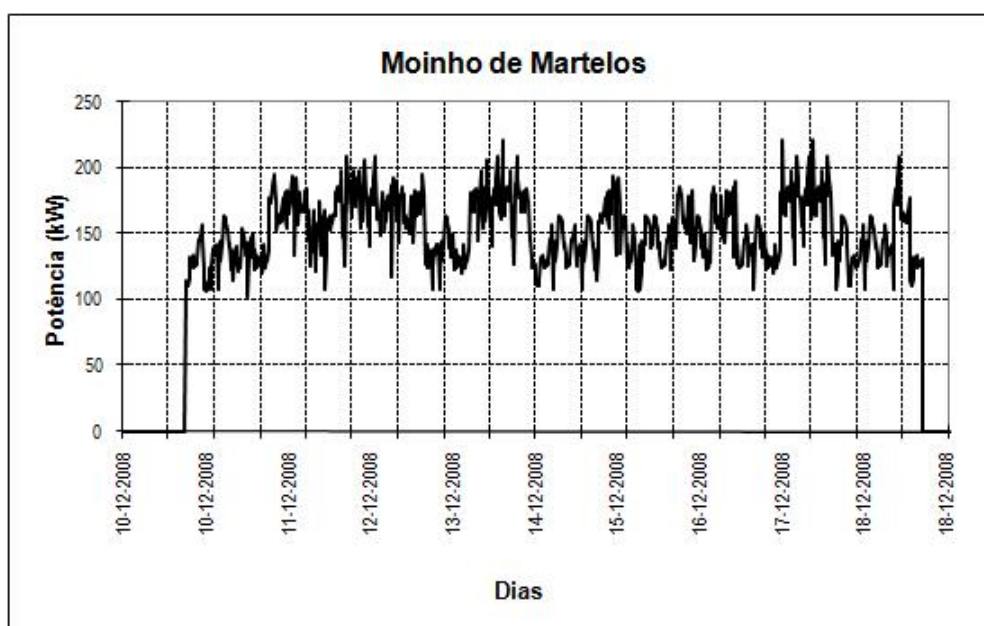


Figura 4.29 - Diagrama de Cargas do Moinho de Martelos

O refinador PSKM15 apresenta um regime de trabalho irregular e uma carga média relativamente baixa, situação normalmente penalizante do ponto de vista da sua eficiência energética. Foram determinadas cargas médias a oscilar entre 20 e 54 %, sugerindo um relativo subaproveitamento da capacidade do equipamento.

O Moinho de Martelos apresenta um regime irregular, com uma carga média a oscilar entre 40 e 88%.

Para realizar o balanço energético deste posto de transformação teve que se recorrer ao contador instalado na área de Preparação de partículas PZ. Este contador registou um consumo médio diário de 12285 kWh/dia e consumo médio horário de 512 kWh/hora.

Com os dados das medições efectuadas em todos os quadros do posto de transformação é possível determinar o balanço energético total, que está apresentado na tabela 4.12.

**Tabela 4.12 - Balanço energético do PT4**

<b>PT4</b>	<b>kW</b>	<b>%</b>
Preparação Partículas PZ	495	32%
Secador BSH	337	21%
Secador Recalor	353	22%
Área Separação/Refinação	102	6%
PSKM 15	130	8%
Moinho de Martelos	153	10%
<b>Total</b>	<b>1570</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.6 - Análise dos dados do PT5

Os dados recolhidos no PT5 estão compreendidos as 17 horas do dia 10 de Dezembro e as 14 horas do dia 17 de Dezembro de 2008. Neste PT foram medidos o consumo nos dois circuitos do gerador de gases quentes VYNCKE.

Os diagramas de cargas encontram-se nos gráficos das figuras 4.30 e 4.31.



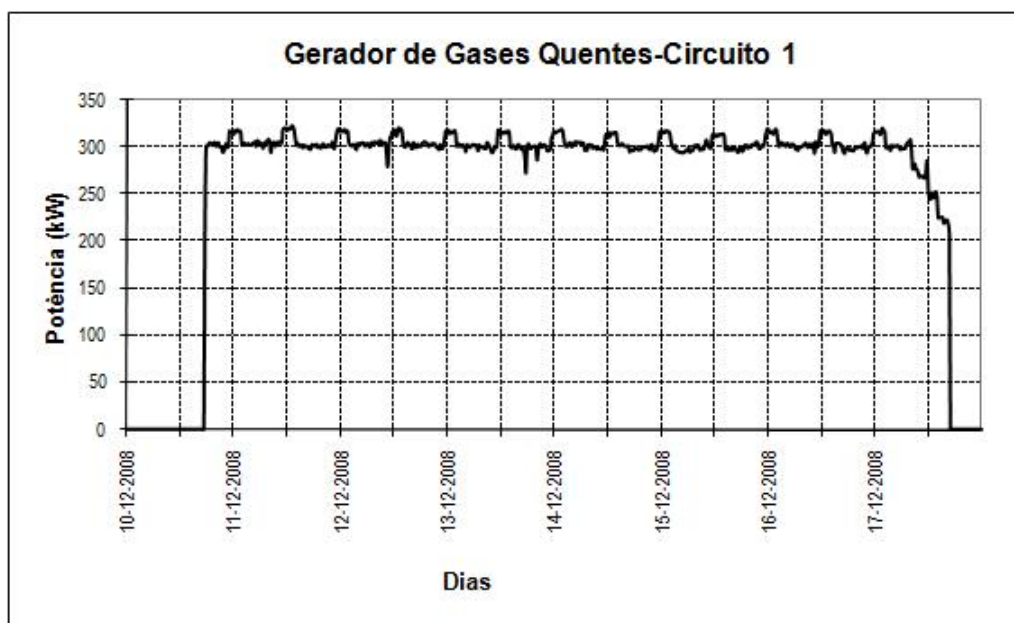


Figura 4.30 - Diagrama de Cargas do Gerador Gases Quentes (circuito 1)

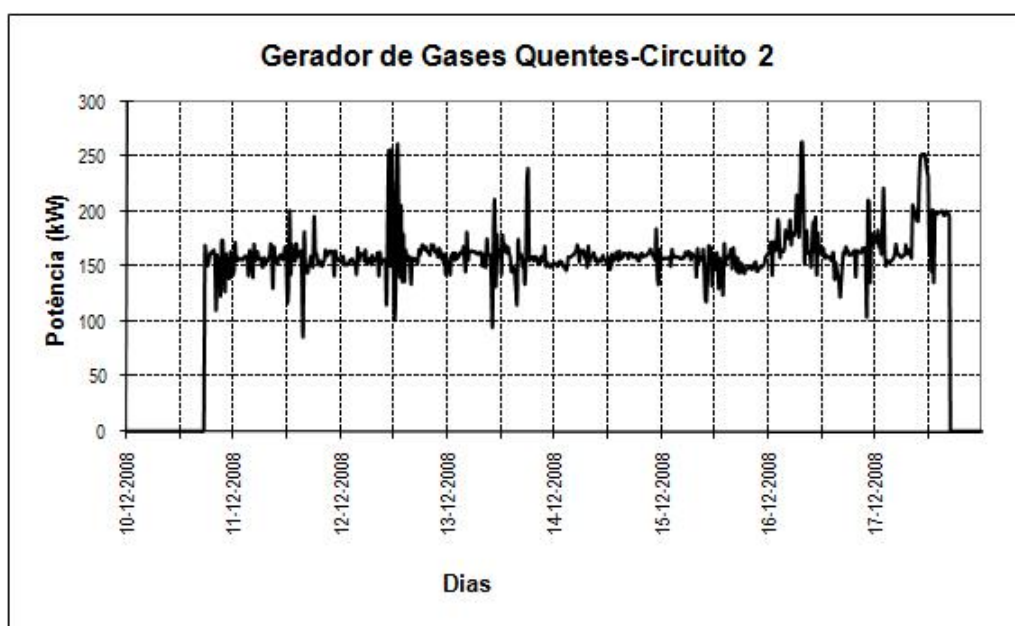


Figura 4.31 - Diagrama de Cargas do Gerador Gases Quentes (circuito 2)

Como se verifica o circuito 1 do gerador de gases quentes apresenta um regime de carga muito regular, com uma potência média de 300 kW, resultando num consumo diário superior a 50 000 kWh/dia. Este circuito alimenta equipamentos com reguladores de velocidade, sendo por isso o que apresenta um consumo estável.

O circuito 2 do gerador de gases quentes apresenta um regime de trabalho não tão regular como o circuito 2, com potências a variar entre 90 e 260 kW, resultando num consumo diário de 3 833 kWh/dia.

O conjunto dos dois circuitos resulta de consumo médio de 11 110 kWh/dia, como se pode verificar na tabela 4.13.

Tabela 4.13 - Balanço energético do PT5

PT5	kW	kWh/dia	%
G. Gases Quentes 1	303	7277	66%
G. Gases Quentes 2	160	3833	34%
<b>Total</b>	<b>463</b>	<b>11 110</b>	<b>100%</b>

## 4.4 - Análise do Destroçador Maier

O destroçador Maier é um dos equipamentos de maior consumo de energia na unidade industrial. Tem uma potência instalada de 1000 kW, factor de potência 0,85 e é alimentado em média tensão (6 kV), por um transformador próprio. Este motor trabalha 16 horas por dia, em dois turnos, e cinco dias por semana. Um dos turnos é das 22 horas às 6 horas e o outro é das 6 horas às 14 horas.

O destroçador está incluído no sector de fabricação de partículas PZ da instalação fabril Aglomerados. Para a fabricação das partículas, as matérias-primas de maior dimensão são colocadas no destroçador, através de um tapete alimentador móvel. No tapete móvel existe um detector de metais, e sempre que este detecta algum tipo de metal na madeira o tapete pára. Quando retirados todos os pedaços de metal, o tapete pode voltar a mover.

### 4.4.1 - Recolha e Tratamento de Dados

Realizou-se um estudo relativo ao consumo de energia do destroçador nas horas em que este está a funcionar em vazio. Através da análise dos consumos procurou-se determinar o rendimento do destroçador, o número de horas em que laborou em vazio, o custo de energia nessas horas, identificar os motivos para este desperdício de energia e obter soluções para poupança de energia e aumento do rendimento.

O destroçador é monitorizado por um computador. Através do computador é possível observar o valor da corrente do destroçador em tempo real, as horas em que foi detectado metal e o tempo que este demorou a ser retirado.

Assim, para se realizar o estudo, anotou-se os intervalos de tempo em que o destroçador trabalhou em vazio e o respectivo valor da corrente. Os dados recolhidos estão compreendidos entre as 22 horas do dia 8 de Outubro e as 14 horas do dia 22 de Outubro de 2008. Nos dias 11, 12 e 19 de Outubro não houve laboração por ser fim-de-semana e no dia 20 de Outubro, das 6:00 as 14:00, houve a paragem mensal da fábrica para limpeza e manutenção, sendo assim o estudo compreendeu 11 dias.

Depois de retirados os dados necessários, procedeu-se ao seu tratamento no programa Excel com a finalidade de obter o rendimento do destroçador, o número de horas em que o esteve a trabalhar em vazio e o custo de energia nessas horas.



Os consumos associados ao destroçador, dispostos por dia a que se realizaram, encontram-se disponíveis no Anexo A.

#### 4.4.2 Análise dos Dados

O gráfico da figura 4.32 indica o número de horas em que o destroçador funcionou em vazio, por dia, nos dois turnos.

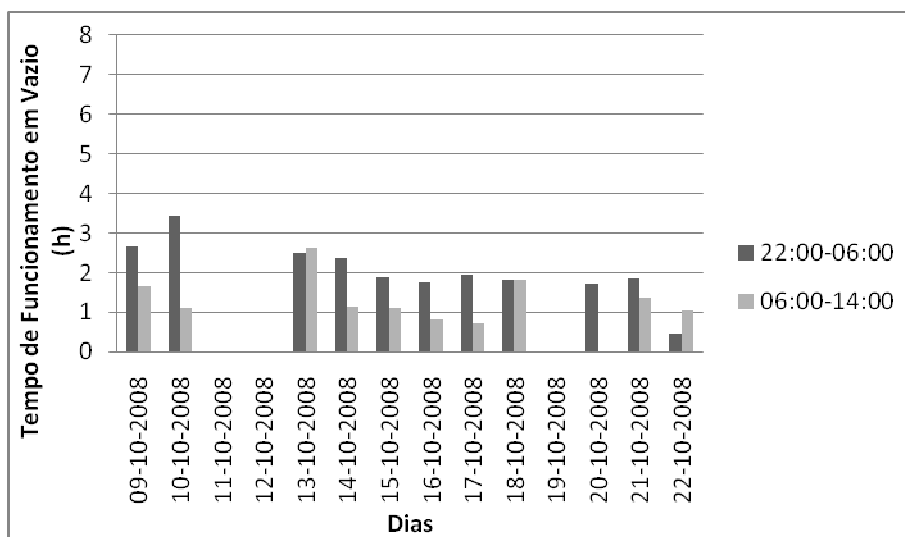


Figura 4.32 - Número de horas de funcionamento em vazio do destroçador por dia

A partir da figura 4.32 pode-se observar que o destroçador funcionou em vazio durante muitas horas por dia. Em média, o motor está a trabalhar em vazio durante duas horas por turno, o que provoca um grande desperdício de energia.

Estas horas em vazio fazem com que o rendimento do motor seja bastante baixo, como se pode verificar na figura 4.33. O rendimento médio do motor durante estes dias foi de 61%.

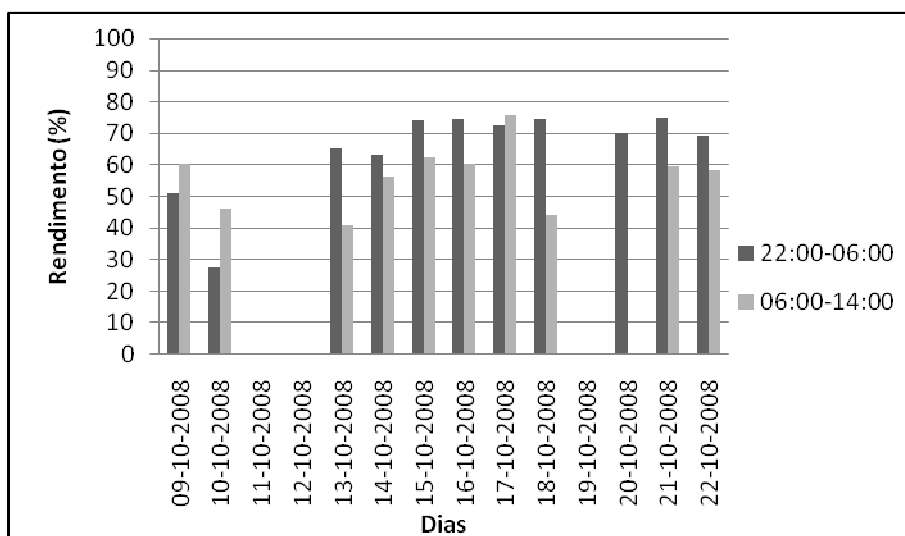


Figura 4.33 - Rendimento do destroçador por dia

O custo de energia destas horas é bastante elevado, sendo que no total destes 11 dias foi de 624,25 €, como se pode verificar na tabela 4.14. Ou seja, se continuar a existir este desperdício de energia o custo por mês será cerca de 1200€.

**Tabela 4.14** - Custo de energia de funcionamento em vazio por Dia

Dia	Custo (€)		
	22:00-06:00	06:00-14:00	Total
09-10-2008	43,69	33,48	77,17
10-10-2008	60,94	23,07	84,01
13-10-2008	35,12	56,49	91,62
14-10-2008	37,53	24,22	61,76
15-10-2008	25,66	23,82	49,48
16-10-2008	24,77	18,43	43,20
17-10-2008	29,77	14,83	44,60
18-10-2008	26,95	34,44	61,39
20-10-2008	25,80	-	25,80
21-10-2008	28,45	26,85	55,29
22-10-2008	6,69	23,23	29,92
Total	624,25		

Comparando as horas em vazio com as horas que foram detectados metais, verificou-se que a maioria das vezes em que o motor trabalhou em vazio deveu-se às paragens do tapete móvel quando era detectado metal e ao tempo em que os trabalhadores demoravam a retirar esses metais na madeira. Também foi possível verificar que nas horas de refeição dos trabalhadores e quando existia avarias nos equipamentos pertencentes ao sector de fabricação de partículas, o motor ficava ligado sem ter madeira para destroçar.

Assim, pode-se concluir que para existir uma poupança de energia, do seu custo e um aumento do rendimento do motor devia-se fazer uma vistoria à matéria-prima antes de a colocar no tapete móvel, para retirar os metais de maiores dimensões, e desligar o motor nas horas de refeições dos trabalhadores e sempre que seja prevista uma paragem longa.

## 4.5 - Análise do Factor de Potência

Neste sub-capítulo realiza-se uma análise do factor de potência em alguns consumidores da fábrica. Através desta análise pretende-se determinar o factor de potência e identificar os equipamentos que necessitam de melhorar a correcção do factor de potência.

Para determinar o factor de potência utilizou-se um analisador de energia eléctrica com três pinças amperimétricas e três cabos medidores de tensão. Este analisador registou os valores instantâneos em intervalos de tempo de 15 minutos da potência reactiva e da potência activa.

A seguir, procedeu-se a exportação dos dados para um computador e, através deste, foi possível o seu tratamento no programa Excel com a finalidade de determinar o factor de potência.

Os consumidores analisados foram os seguintes:

- Área Preparação de partículas PZ
- Linha Contínua - QGBT1 do PT1
- Linha Contínua - QGBT2 do PT2
- Lixadora 1
- Lixadora 2
- Quadro Sistemas de Aspiração TVM
- Serra Giben
- Compressor nº 2
- Compressor nº 3
- Compressor nº 4
- Linha de Reciclados
- Moinho de Martelos de 6kV
- Área Preparação de partículas PU
- Área Preparação de partículas PZ
- Área Separação/Refinação de partículas
- Secador BSH
- Secador Recalor
- Revestimento

#### 4.5.1 - Determinação Factor de Potência

A partir dos valores instantâneos da potência activa e da potência reactiva registados no analisador é possível calcular o factor de potência instantâneo de cada consumidor.

A relação entre a potência activa e reactiva pode representar-se por um triângulo rectângulo:

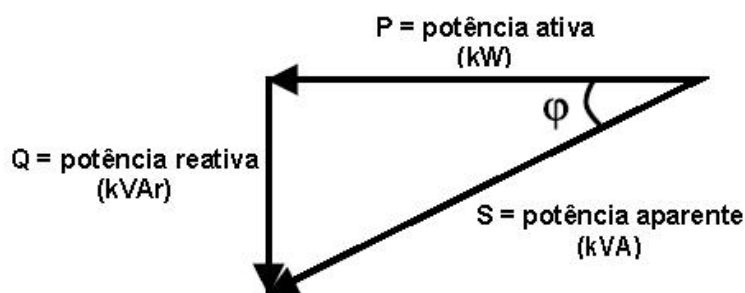


Figura 4.34 - Relação entre potência activa e reactiva

Assim, o factor de potência é determinado pela seguinte expressão:

$$\cos \varphi = \cos \left( a \tan \frac{Q}{P} \right) \quad (4.1)$$

O factor de potência médio de cada consumidor encontra-se na tabela 4.15.

**Tabela 4.15** - Factor de potência médio de cada consumidor

	P (kW)	Q (kvar)	Cos $\varphi$
Linha Contínua - QGBT1	538	107	0,98
Linha Contínua - QGBT2	531	105	0,98
Lixadora 1	123	125	0,70
Lixadora 2	122	121	0,71
Serra Giben	39	32	0,77
Sistemas de Aspira�o TVM	289	209	0,81
Compressor n� 2	82	77	0,73
Compressor n� 3	131	105	0,78
Compressor n� 4	36	32	0,75
Linha de Reciclados	204	193	0,73
Moinho de Martelos de 6kV	251	228	0,74
�rea Partículas PU	94	186	0,45
�rea Partículas PZ	495	158	0,95
�rea Separa�o/Refina�o	99	37	0,94
Secador BSH	360	281	0,79
Secador Recalor	344	332	0,72
Revestimento	1063	243	0,97

Através da tabela   possível verificar que os equipamentos que necessitam de melhorar o factor de potência são:

- Lixadora 1
- Lixadora 2
- Quadro Sistemas de Aspira o TVM
- Serra Giben
- Compressor n  2

- Compressor nº 3
- Compressor nº 4
- Linha de Reciclados
- Moinho de Martelos de 6kV
- Área Preparação de partículas PU
- Secador BSH
- Secador Recalor

#### 4.5.2 - Compensação do Factor de Potência

Para aumentar a factor de potência ligam-se baterias de condensadores em paralelo com os receptores que necessitam de compensação do factor de potência.

A energia reactiva que uma bateria de condensadores necessita de fornecer ao receptor, de modo a que o factor de potência total final assuma o valor desejado, calcula-se da seguinte forma:

1. Determinação das potências activas e reactivas totais iniciais dos receptores:

$$P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (4.2)$$

$$Q_{ti} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (4.3)$$

Sendo:

$P_t$  Potência Activa Total  
 $Q_{ti}$  Potência Reactiva Total inicial

2. Cálculo do ângulo correspondente ao factor de potência inicial:

$$\varphi_i = \arccos\left(a \tan \frac{Q_{ti}}{P_t}\right) \quad (4.4)$$

Sendo:

$\varphi_i$  Ângulo correspondente ao  $\cos\varphi$  inicial

3. Cálculo da Potência Reactiva que a bateria de condensadores terá que fornecer ao sistema:

$$Q_f = P_t (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f) \quad (4.5)$$

Sendo:

$Q_f$  Potência reactiva final, depois de ligada a bateria de condensadores  
 $\varphi_f$  Ângulo correspondente ao  $\cos\varphi$  final pretendido

Utilizando as expressões anteriores, calculou-se a energia reactiva que a bateria de condensadores necessita de fornecer ao sistema para que o factor de potência seja 0,93.

Para os equipamentos do PT2 decidiu-se recorrer a uma bateria de condensadores por escalões para todos os equipamentos. Dessa forma, as potências activas e reactivas totais são:

$$P_t = 123 + 122 + 289 + 82 + 131 + 36 = 822kW \quad (4.6)$$

$$Q_{ti} = 125 + 121 + 32 + 209 + 77 + 105 + 32 = 701k \text{ var} \quad (4.7)$$

O  ngulo correspondente ao factor de potência inicial é dado por:

$$\varphi_i = a \cos \left( a \tan \frac{701}{822} \right) = 0,71rad \quad (4.8)$$

Então, a energia reactiva que a bateria deve fornecer a este sistema  :

$$Q_f = 822 \times (\tan 0,71 - \tan 0,4) = 376k \text{ var} \quad (4.9)$$

Nos equipamentos do PT3 decidiu-se utilizar uma bateria de condensadores para o Moinho de Martelos e outra, por escalões, para o conjunto Linha de Reciclados e Preparação de Partículas PU. Assim, as potências activas e reactivas totais para o Moinho de Martelos e conjunto, respectivamente são:

$$P_t = 251kW \quad (4.10)$$

$$Q_{ti} = 228k \text{ var} \quad (4.11)$$

$$P_t = 204 + 94 = 298kW \quad (4.12)$$

$$Q_{ti} = 193 + 186 = 379k \text{ var} \quad (4.13)$$

Os ângulos correspondentes ao factor de potência inicial:

$$\varphi_i = a \cos \left( a \tan \frac{228}{251} \right) = 0,74rad \quad (4.14)$$

$$\varphi_i = a \cos \left( a \tan \frac{379}{298} \right) = 0,90rad \quad (4.15)$$

Então, a energia reactiva que a bateria deve fornecer ao moinho de Martelos  :

$$Q_f = 251 \times (\tan 0,74 - \tan 0,4) = 129k \text{ var} \quad (4.16)$$

E ao conjunto é de:

$$Q_f = 298 \times (\tan 0,90 - \tan 0,4) = 261k \text{ var} \quad (4.17)$$

Para os secadores decidiu-se utilizar baterias de condensadores para cada um. Assim, as potências activas e reactivas totais para Secador Recalor e para o Secador BSH são respectivamente:

$$P_t = 344kW \quad (4.18)$$

$$Q_{ti} = 332k \text{ var} \quad (4.19)$$

$$P_t = 360kW \quad (4.20)$$

$$Q_{ti} = 281k \text{ var} \quad (4.21)$$

Os ângulos correspondentes ao factor de potência inicial:

$$\varphi_i = a \cos \left( a \tan \frac{332}{344} \right) = 0,77rad \quad (4.22)$$

$$\varphi_i = a \cos \left( a \tan \frac{281}{360} \right) = 0,66rad \quad (4.23)$$

Então, a energia reactiva que a bateria de condensadores deve fornecer ao Secador Recalor é:

$$Q_f = 344 \times (\tan 0,77 - \tan 0,4) = 196k \text{ var} \quad (4.24)$$

Ao Secador BSH deve fornecer:

$$Q_f = 360 \times (\tan 0,66 - \tan 0,4) = 139k \text{ var} \quad (4.25)$$

Os resultados dos cálculos apresentam-se resumidos na tabela 4.16.

Tabela 4.16 - Potência reactiva necessária

	$P_{Ti}$ (kW)	$Q_{Ti}$ (kvar)	$\cos \varphi_i$	$\cos \varphi_f$	$Q_f$ (kvar)
Lixadoras+Giben+TVM+Compressores	822	702	0,76	0,93	376
Moinho de Martelos de 6kV	251	228	0,74	0,93	129
Secador BSH	360	281	0,79	0,93	139
Secador Recalor	344	332	0,72	0,93	196
Linha de Reciclados+Partículas PU	298	399	0,62	0,93	261

## 4.6 - Iluminação

A iluminação representa cerca de 5% a 7% do consumo global de energia eléctrica de uma instalação industrial. Sendo assim, é importante utilizar equipamentos que reduzem os consumos energéticos.

Deste modo, fez-se um estudo de iluminação da empresa. Este estudo teve como objectivo verificar se são utilizados os equipamentos e meios mais eficientes do ponto de vista energético. Ou seja, verificar se a fábrica:

- Rentabiliza ao máximo as condições de iluminação natural, mantendo sempre limpas as zonas de entrada de luz;
- Utiliza a iluminação eléctrica como forma complementar da iluminação natural;
- Utiliza sempre lâmpadas de eficiência elevada;
- Utiliza de Balastros Electrónicos;
- Utiliza sistemas automáticos de controlo e comando de iluminação.

Na realização este estudo foi necessário percorrer as duas unidades fabris, Aglomerados e Revestimento, o edifício administrativo, o edifício técnico-administrativo e a área exterior da fábrica para determinar o número de lâmpadas existentes, o tipo de lâmpadas e a sua potência e o tipo de controlo. As tabelas com os todos os dados retirados deste levantamento encontram-se no anexo B.

Na nave fabril dos Aglomerados, que engloba os sectores de Acabamento e Linha Contínua, a iluminação é assegurada por 55 projectores do tipo de iodetos metálicos de 400 W e por 20 projectores do tipo de iodetos metálicos de 250 W. Em algumas zonas específicas a iluminação é complementada com lâmpadas fluorescentes compactas. No total a potência instalada é de 66 kW.

Embora sejam utilizadas lâmpadas de elevada eficiência, estas são utilizadas 24 horas por dia. Assim, para evitar desperdícios de energia com a iluminação devia-se utilizar um sistema



de controlo automático e proceder à limpeza e/ou substituição das placas transparentes do tecto, maximizando a admissão de luz natural.

Assim, se os projectores só estivessem ligados nas horas nocturnas haveria uma poupança anual de 15 425 euros, como se pode verificar nos cálculos seguintes.

O custo de energia eléctrica por dia é dado pela seguinte expressão:

$$C = P \times (h_p \times C_p + h_c \times C_c + h_{vm} \times C_{vm} + h_{sv} \times C_{sv}) \quad (4.26)$$

Sendo:

- C      Custo de energia eléctrica
- P      Potência instalada na nave fabril devido à iluminação em kW

$h_p$	Número de horas de ponta
$C_p$	Custo do kWh nas horas de ponta
$h_c$	Número de horas de cheias
$C_c$	Custo do kWh nas horas de cheias
$h_{vn}$	Número de horas de vazio normal
$C_{vn}$	Custo do kWh nas horas de vazio normal
$h_{sv}$	Número de horas de super vazio
$C_{sv}$	Custo do kWh nas horas de super vazio

Assim, o custo de energia por ano se os projectores estiverem ligados 24 horas é:

$$C = 66 \times (3 \times 0,0760 + 14 \times 0,0589 + 3 \times 0,0393 + 4 \times 0,0369) \times 365 = 31743\text{€} \quad (4.27)$$

Se os projectores estiverem ligados das 17:30 às 07:30, o custo de energia por ano é:

$$C = 66 \times (0 \times 0,0760 + 7 \times 0,0589 + 3 \times 0,0393 + 4 \times 0,0369) \times 365 = 16318\text{€} \quad (4.28)$$

Ou seja, a poupança de energia seria de 15 425 euros.

Na unidade fabril do Revestimento recorre-se a iluminação com 36 projectores de iodetos metálicos de 400 W e com 20 projectores de vapor de mercúrio de 400 W, complementada nalgumas zonas com iluminação fluorescente localizada. No total a potência instalada nesta nave fabril é de 44,8 kW.

Embora existam lâmpadas de vapor de mercúrio, estas estão a ser substituídas por lâmpadas de iodetos metálicos, mais eficientes.

Como acontece na nave fabril Aglomerados, a iluminação é mantida ligada ao longo do dia, mesmo em aéreas com boa iluminação natural. Assim, para evitar desperdícios de energia com a iluminação devia-se utilizar um sistema de controlo automático e proceder à limpeza das placas transparentes do tecto, maximizando a admissão de luz natural. Se os projectores só estivessem ligados nas horas nocturnas haveria uma poupança anual de 10 470 euros, como se pode verificar nos cálculos seguintes.

O custo de energia por ano se os projectores estiverem ligados 24 horas é:

$$C = 44,8 \times (3 \times 0,0760 + 14 \times 0,0589 + 3 \times 0,0393 + 4 \times 0,0369) \times 365 = 21547\text{€} \quad (4.29)$$

Se os projectores estiverem ligados das 17:30 às 07:30, o custo de energia por ano é:

$$C = 44,8 \times (0 \times 0,0760 + 7 \times 0,0589 + 3 \times 0,0393 + 4 \times 0,0369) \times 365 = 11077\text{€} \quad (4.28)$$

Ou seja, a poupança de energia seria de 10 470 euros.

No conjunto das duas naves fabris, a unidade industrial poupava por ano cerca de 25184 euros em factura eléctrica devido à iluminação.

Nos edifícios administrativos, postos de transformação e sala de quadros a iluminação é assegurada por lâmpadas fluorescentes. Nas zonas de passagem o controlo é efectuado por detectores de movimento.

No exterior da unidade industrial a iluminação é assegurada por projectores de vapor de sódio, em que 78 são de 400 W, 20 de 150W, 40 de 70W e 6 de 250W. O controlo da iluminação é efectuado por um relógio. Como a iluminação exterior recorre a lâmpadas de elevada eficiência e utiliza um sistema automático de controlo, este sistema é eficiente do ponto de vista energético.

## Capítulo 5

# Trabalhos de Manutenção

A unidade Industrial de Oliveira de Hospital parou a produção no dia 18 de Dezembro de 2008 até ao dia 6 de Janeiro de 2009.

Nesse período não foi possível efectuar medições, uma vez que todos equipamentos estavam parados. Desse modo, estes dias serviram para realizar trabalhos de manutenção.

Foram efectuados trabalhos nas baterias de condensadores existentes nos postos de transformação e em alguns motores.

### 5.1 - Organização da Manutenção

A manutenção na Sonae Indústria - Oliveira do Hospital, ao contrário da maior parte das empresas, está dividida em três departamentos, com chefias diferentes:

- Manutenção Mecânica
- Manutenção Eléctrica
- Manutenção Instrumentação, Automação e Controlo

A manutenção possui um armazém de peças onde estas se encontram em stock e quando requeridas, são entregues ao departamento correspondente. Existe um controlo sobre o stock de peças efectuado de forma automática. Existem materiais que, não existindo em stock, são adquiridos por compra directa.

Existem três tipos de manutenção utilizados na empresa:

- Manutenção Correctiva de Emergência
- Manutenção Preventiva
- Manutenção de Melhoria

A manutenção correctiva de emergência define-se como a manutenção realizada depois da ocorrência de uma avaria. Quando a fábrica se depara com este tipo de problema, pode ou não efectuar-se a manutenção do equipamento, dependendo da complexidade da avaria.

Na manutenção Preventiva fazem-se os trabalhos de manutenção quando existem indicações técnicas para os fazer ou quando existe uma avaliação mais imediatista do estado do equipamento, como ruído, folgas visíveis, rendimento, parâmetros de funcionamento.

A manutenção de melhoria inclui as modificações ou alterações destinadas a melhorar o desempenho do equipamento, ajustá-lo a novas condições de funcionamento, melhorar ou reabilitar as suas características operacionais.

## 5.2 - Bateria de Condensadores

Antes de a fábrica parar a sua produção percorreu-se todos os postos de transformação para medir a corrente nas três fases de cada escalão de condensadores das baterias de Condensadores com uma pinça amperimétrica.

Durante a paragem, nos casos em que a intensidade de corrente estava muito baixa, desligou-se a bateria de condensadores e retiraram-se os tabuleiros do respectivo escalão.

Mediu a capacidade de todos os condensadores existentes no tabuleiro com o multímetro. Quando a capacidade dos condensadores era muito menor que a sua capacidade nominal, estes são trocados por novos.

Depois de prontos os tabuleiros são colocados de novo na bateria de condensadores.

## 5.3 - Motores Eléctricos

A manutenção de motores eléctricos é efectuada quando existe um aumento da temperatura do motor em funcionamento, quando se observa ruídos e vibrações intempestivas ou quando o período entre manutenções que o fabricante informou está a terminar.

Em geral, a manutenção de um motor consiste:

- Inspeccionar o motor periodicamente.
- Manter o motor limpo e assegurar que circule a corrente de ar produzida pelo ventilador.
- Verificar o estado dos retentores ou anel V'Ring e trocá-los, se for preciso.
- Verificar o estado das ligações assim como o estado dos parafusos de sustentação.
- Verificar o estado dos rolamentos, observando o aparecimento de ruído forte, vibrações, temperatura dos rolamentos.
- Quando é detectada uma mudança nas condições de trabalho normais, verificar o motor, inspeccionar as partes necessárias e trocá-las, se necessário.

Como existem muitos tipos de motores e de várias marcas, a desmontagem é diferente de motor para motor. Em geral, inicia-se com uma limpeza do motor com o auxílio de um compressor de ar e posteriormente retira-se a ventoinha com um “saca” próprio. Depois de retirada a tampa de protecção da ventoinha, retira-se o rotor, com muito cuidado, da carcaça. É retirada a outra tampa e os dois enrolamentos com um “saca rolamentos”. De seguida, com o motor todo desmontado lava-se as respectivas peças com Electro vegetal, um produto próprio para motores, para retirar toda a sujidade.

Depois de seco começa-se a montar o motor, por ordem inversa. É necessário colocar novos enrolamentos, aplicar uma das tampas, assentar o rotor na carcaça e fechar o motor. No fim coloca-se a ventoinha e a tampa que a protege.

Na execução de manutenção de um motor deve-se:

- Verificar se os componentes estão isentos de batidas e sujeiras.
- Observar se as peças estão em perfeitas condições.
- Lubrificar superficialmente os encaixes das tampas com óleo protector para facilitar a montagem.
- Antes de colocar o rolamento novo, verificar se o encaixe no veio apresenta-se isento de sinais de golpes.
- Utilizar apenas martelo de borracha na colocação das peças.
- Verificar se todos os parafusos estão bem apertados.



# Capítulo 6

## Conclusões

Com a realização deste trabalho constatou-se que a gestão de energia constitui o suporte para alcançar melhores níveis de eficiência energética na actividade normal de uma empresa. Um bom sistema de gestão conduz a uma redução da factura energética e, consequentemente, a uma redução dos custos de produção ou dos serviços, aumentando a competitividade da empresa.

O processo de gestão de energia terá necessariamente que começar pelo conhecimento da situação energética da instalação. A seguir realiza-se a Auditoria Energética que serve para contabilizar os consumos de energia, a eficiência energética dos seus equipamentos e as perdas que se verificam, tendo como finalidade reduzir essas perdas sem afectar a produção, isto é, economizar energia através do uso mais eficiente da mesma. Por fim é elaborado o Plano de Racionalização do Consumo de Energia com o objectivo de dar a conhecer à empresa o ponto da situação e o procedimento a seguir para reduzir os consumos específicos e a intensidade energética.

Para melhorar os níveis de eficiência energética existem algumas actividades que podem ser realizadas. Algumas dessas actividades consistem na análise de facturas eléctricas para verificar se a opção tarifária da empresa é a melhor, verificar se existe pagamento de energia reactiva ou não e observar a evolução da potência em horas de ponta e da potência contratada; na análise da força motriz para verificar se são utilizadas tecnologias mais eficientes, capazes de reduzir o consumo de electricidade e na análise da iluminação com o objectivo de verificar se são utilizados os equipamentos e meios mais eficientes do ponto de vista energético.

Relativamente ao estudo prático realizado no trabalho constatou-se que alguns dos consumidores de energia eléctrica não utilizavam a energia eléctrica de uma forma correcta.



Alguns dos equipamentos estavam sobredimensionados, como é o caso das Encoladoras, Esquadriadoras e as lixadoras. Também foram identificados equipamentos, como é o caso dos destroçadores PZ's e refinadores, que apresentam cargas muito variáveis e baixas, sugerindo-se que, na medida do possível, se procure evitar, ou maximizar, este tipo de situação.

Também se verificou que alguns equipamentos apresentavam um baixo factor de potência como é o caso do secador BSH, secador Recalor, moinho de martelos, lixadoras, serra Giben, Sistema TVM do PT2 e os compressores.

Todas as áreas da unidade industrial recorrem a lâmpadas de elevada eficiência e específicas para cada local, mas nas duas naves fabris a iluminação é mantida ligada ao longo de todo o dia, mesmo em áreas com boa iluminação natural.

Com o objectivo de continuar a aprofundar o estudo de optimização energética na unidade industrial propõe-se que futuramente seja realizado os seguintes trabalhos:

- Estudo dos consumos dos equipamentos instalados no PT6 e PT7;
- Estudo do caudal de fugas da central de ar comprimido
- Análise dos motores que podem ser substituídos por motores de alto rendimento

# Referências

- [1] Jornal Oficial da União Europeia, Directiva 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Abril de 2006.
- [2] PORTUGAL, Resolução do conselho de Ministros nº 80/2008 de 17 de Abril de 2008.
- [3] ADENE - Agência para a energia, [www.adene.pt](http://www.adene.pt), acedido em Novembro de 2008
- [4] PORTUGAL, Ministério da Economia e inovação, Decreto-lei nº 17/2008 de 15 de Abril de 2008.
- [5] edsNorte - Energia e Desenvolvimento Sustentável para a Região Norte,, Eficiência Energética no Sector Empresarial, sem data.
- [6] DGGE - Direcção Geral de Energia e Geologia, Despacho nº 17449/2008.
- [7] Gaspar, Carlos., *Eficiência Energética na Indústria*, Gaia, Janeiro de 2004 [5] ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, Despacho N.º 13/2007.
- [8] ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, Regulamento Tarifário do Sector Eléctrico, Agosto de 2008.
- [9] Costa, Artur., *Aspectos comuns das máquinas rotativas*, Acetatos da disciplina de Máquinas Eléctricas II, Porto: FEUP, 2006.
- [10] Teixeira, Armínio., *Tipos de Lâmpadas*, Acetatos da disciplina de Luminotecnia e Instalações Industriais, Porto: FEUP, 2004.
- [11] Teixeira, Armínio., *Poupança de Energia*, Acetatos da disciplina de Luminotecnia e Instalações Industriais, Porto: FEUP, 2007.
- [12] Teixeira, Armínio., *Balastros Electrónicos*, Acetatos da disciplina de Luminotecnia e Instalações Industriais, Porto: FEUP, 2002.
- [13] Sonae Indústria, Manual de Acolhimento, 2005.
- [14] EPP - Empresa de estudos e projectos Lda, Regulamento da gestão do consumo de energia, Julho 2003.



# Anexos

## Anexo A - Os consumos do destroçador dispostos por dia

Dia 08/10/2008 (22:00-06:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	Custo (€)
22:00	23:16	0,41	3,62	0,36	01:16	76	4,59	cheias	0,0589	0,2702
23:16	23:29	42	371,01	37,10	00:13	13	80,38	cheias	0,0589	4,7346
23:29	23:39	42	371,01	37,10	00:10	10	61,83	cheias	0,0589	3,6420
23:39	23:42	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
23:43	23:49	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
23:50	23:54	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
23:56	00:05	42	371,01	37,10	00:09	9	55,65	cheias	0,0589	3,2778
00:06	00:09	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
00:12	00:14	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
00:18	00:23	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	cheias	0,0589	1,7777
01:15	01:28	41	362,17	36,22	00:13	13	78,47	vazio normal	0,0393	3,0839
02:07	02:18	41	362,17	36,22	00:11	11	66,40	super vazio	0,0368	2,4435
02:18	02:47	42	371,01	37,10	00:29	29	179,32	super vazio	0,0368	6,5989
03:13	03:28	41	362,17	36,22	00:15	15	90,54	super vazio	0,0368	3,3320
05:24	06:00	41	362,17	36,22	00:36	36	217,30	super vazio	0,0368	7,9968

Horas	min	h
Vazio	159	2,65
Parado	76	1,27
Funcionamento	245	4,08
Total	480	8

custo (€) 43,69  
Rendimento (%) 51,04%

Dia 9/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt (h)	Δt (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:06	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	vazio normal	0,0393	1,4233
06:12	06:14	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
06:15	06:21	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	vazio normal	0,0393	1,4233
06:24	06:25	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:29	06:30	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:44	06:47	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
06:57	06:58	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
07:04	07:07	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
07:09	07:10	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
07:17	07:19	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
07:47	07:48	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
08:22	08:23	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
08:24	08:56	43	379,84	37,98	00:32	32	202,58	Cheias	0,0589	11,9320
09:23	09:47	42	371,01	37,10	00:24	24	148,40	Cheias	0,0589	8,7409
10:17	10:18	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
10:21	10:22	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
10:36	10:38	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	Cheias	0,0589	0,7111
10:57	10:58	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
11:05	11:56	0,76	6,71	0,67	00:51	51	5,71	Cheias	0,0589	0,3361
12:22	12:26	41	362,17	36,22	00:04	3	18,11	Cheias	0,0589	1,0666
12:35	12:38	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	Cheias	0,0589	1,0666
12:59	13:00	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	Cheias	0,0589	0,3555
13:03	13:06	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	Cheias	0,0589	1,0666
13:20	14:00	0,76	6,71	0,67	00:40	40	4,48	Cheias	0,0589	0,2636

Horas	min	h
Vazio	99	1,65
Parado	91	1,52
Funcionamento	290	4,83
Total	480	8

Custo (€) 33,48  
Rendimento (%) 60,42%

Dia 09/10/2008 (22:00-06:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>0</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:15	0,77	6,80	0,68	00:15	15	1,70	cheias	0,0589	0,1002
22:15	22:16	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
22:22	22:24	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
22:28	22:34	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
22:40	22:47	42	371,01	37,10	00:07	7	43,28	cheias	0,0589	2,5494
22:49	22:51	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
22:56	22:57	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
22:59	23:00	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
23:02	23:06	41	362,17	36,22	00:04	4	24,14	cheias	0,0589	1,4221
23:08	23:11	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
23:25	00:30	43	379,84	37,98	01:05	65	411,49	cheias	0,0589	24,2369
00:30	01:09	43	379,84	37,98	00:39	39	246,90	vazio normal	0,0393	9,7030
01:33	01:38	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	vazio normal	0,0393	1,1861
01:48	01:51	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
01:52	01:54	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
02:12	02:43	41	362,17	36,22	00:31	31	187,12	super vazio	0,0368	6,8861
02:46	02:52	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	super vazio	0,0368	1,3328
02:54	02:55	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:03	03:06	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
03:16	03:19	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
03:21	03:28	41	362,17	36,22	00:07	7	42,25	super vazio	0,0368	1,5549
03:31	03:40	41	362,17	36,22	00:09	9	54,33	super vazio	0,0368	1,9992
03:42	03:44	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
03:51	03:53	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
03:53	06:00	0,77	6,80	0,68	02:07	127	14,40	super vazio	0,0368	0,5298

Horas	min	h
Vazio	205	3,42
Parado	142	2,37
Funcionamento	133	2,22
Total	480	8

Custo (€) 60,94  
Rendimento (%) 28%

Dia 10/10/2008 (06:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:17	0,77	6,80	0,68	00:17	17	1,93	vazio normal	0,0393	0,0757
06:17	06:19	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
06:20	06:21	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:26	06:27	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:32	06:35	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
06:59	07:01	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
07:02	07:05	43	379,84	37,98	00:03	3	18,99	vazio normal	0,0393	0,7464
07:07	07:08	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
07:12	07:14	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
07:15	07:16	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
07:19	07:21	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
07:25	07:26	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
07:43	07:46	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
07:50	08:00	43	379,84	37,98	00:10	10	63,31	cheias	0,0589	3,7288
08:00	09:42	0,76	6,71	0,67	01:42	102	11,41	cheias	0,0589	0,6722
09:42	09:44	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
10:04	10:05	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
10:23	10:31	42	371,01	37,10	00:08	8	49,47	cheias	0,0589	2,9136
10:43	10:45	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:55	10:57	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
10:57	11:01	44	388,67	38,87	00:04	4	25,91	cheias	0,0589	1,5262
11:06	11:07	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
11:07	11:55	0,77	6,80	0,68	00:48	48	5,44	cheias	0,0589	0,3205
11:56	11:58	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
12:13	12:25	42	371,01	37,10	00:12	12	74,20	cheias	0,0589	4,3704
13:35	14:00	0,78	6,89	0,69	00:25	25	2,87	cheias	0,0589	0,1691

Horas	min	h
Vazio	66	1,10
Parado	192	3,20
Funcionamento	222	3,70
Total	480	8

Custo(€) 23,07  
 Rendimento (%) 46%

Dia 12/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:18	0,77	6,80	0,68	00:18	18	2,04	vazio normal	0,0393	0,0802
22:18	22:20	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
22:24	22:34	43	379,84	37,98	00:10	10	63,31	vazio normal	0,0393	2,4879
22:36	22:39	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
22:40	22:42	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	vazio normal	0,0393	0,4976
22:43	22:45	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	vazio normal	0,0393	0,4976
22:57	22:59	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
23:19	23:20	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
23:26	23:27	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
23:55	23:57	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
00:01	00:02	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
00:11	00:12	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
00:19	00:20	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
00:23	00:25	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
00:27	00:29	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
00:35	00:38	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
00:39	00:42	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
01:10	01:15	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	vazio normal	0,0393	1,1861
01:21	01:24	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
01:26	01:28	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
01:45	01:55	41	362,17	36,22	00:10	10	60,36	vazio normal	0,0393	2,3722
02:19	02:41	41	362,17	36,22	00:22	22	132,80	super vazio	0,0368	4,8869
02:55	02:57	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
03:07	03:09	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
03:26	03:28	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
03:41	03:42	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	super vazio	0,0368	0,2221
03:47	03:49	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
03:52	03:53	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	super vazio	0,0368	0,2221
03:59	04:02	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
04:07	04:13	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	super vazio	0,0368	1,3328
05:10	06:00	41	362,17	36,22	00:50	50	301,81	super vazio	0,0368	11,1066

Horas	min	h
Vazio	149	2,48
Parado	18	0,30
Funcionamento	313	5,22
Total	480	8,00

Custo (€) 35,12  
 Rendimento (%) 65%



Dia 13/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:03	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
06:11	06:12	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:12	07:22	0,76	6,71	0,67	01:10	70	7,83	vazio normal	0,0393	0,3078
07:22	07:23	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
07:29	07:35	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	vazio normal	0,0393	1,4581
07:42	07:44	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
08:08	08:10	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:23	08:24	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
08:27	08:29	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:33	08:35	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:41	08:45	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
08:48	10:08	42	371,01	37,10	01:20	80	494,67	cheias	0,0589	29,1363
10:10	10:12	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
10:18	10:22	43	379,84	37,98	00:04	4	25,32	cheias	0,0589	1,4915
10:25	10:27	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:32	10:33	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
10:39	10:40	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
10:41	10:43	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:44	10:48	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
11:12	11:14	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
11:14	12:06	0,76	6,71	0,67	00:52	52	5,82	cheias	0,0589	0,3427
12:06	12:29	43	379,84	37,98	00:23	23	145,60	cheias	0,0589	8,5761
12:37	12:38	43	379,84	37,98	00:01	1	6,33	cheias	0,0589	0,3729
12:46	12:50	43	379,84	37,98	00:04	4	25,32	cheias	0,0589	1,4915
13:36	13:41	43	379,84	37,98	00:05	5	31,65	cheias	0,0589	1,8644
13:54	13:55	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
13:55	14:00	0,76	6,71	0,67	00:05	5	0,56	cheias	0,0589	0,0330

Horas	min	h
Vazio	156	2,60
Parado	127	2,12
Funcionamento	197	3,28
Total	480	8,00

Custo(€) 56,49

Rendimento (%) 41%

Dia 13/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:35	0,77	6,80	0,68	00:35	35	3,97	cheias	0,0589	0,2337
22:35	22:38	43	379,84	37,98	00:03	3	18,99	cheias	0,0589	1,1186
22:39	22:41	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
23:20	23:44	41	362,17	36,22	00:24	24	144,87	cheias	0,0589	8,5328
23:54	00:02	41	362,17	36,22	00:08	8	48,29	cheias	0,0589	2,8443
00:03	00:06	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
00:44	00:47	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
00:59	01:02	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
01:06	01:08	41	362,17	36,22	00:02	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
01:19	01:21	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
01:39	01:44	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	vazio normal	0,0393	1,2150
01:59	02:07	42	371,01	37,10	00:08	8	49,47	super vazio	0,0368	1,8204
02:12	02:37	41	362,17	36,22	00:25	25	150,90	super vazio	0,0368	5,5533
03:02	03:07	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	super vazio	0,0368	1,1377
03:07	03:13	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	super vazio	0,0368	1,3328
04:35	04:36	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
05:18	06:00	42	371,01	37,101	00:42	42	259,7	super vazio	0,0368	9,5571

Horas	min	h
Vazio	141	2,35
Parado	35	0,58
Funcionamento	304	5,07
Total	480	8,00

Custo (€) 37,53  
Rendimento (%) 63%

Dia 14/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:08	42	371,01	37,10	00:08	8	49,47	vazio normal	0,0393	1,9441
06:20	06:23	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	vazio normal	0,0393	0,7117
06:23	07:34	0,77	6,80	0,68	01:11	71	8,05	vazio normal	0,0393	0,3163
07:40	07:48	42	371,01	37,10	00:08	8	49,47	cheias	0,0589	2,9136
07:51	08:01	41	362,17	36,22	00:10	10	60,36	cheias	0,0589	3,5553
08:19	08:21	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:28	08:30	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:32	08:41	42	371,01	37,10	00:09	9	55,65	cheias	0,0589	3,2778
08:45	08:50	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	cheias	0,0589	1,8210
09:16	09:18	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
10:07	10:09	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:31	10:34	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
11:07	12:11	0,77	6,80	0,68	01:04	64	7,26	cheias	0,0589	0,4273
12:13	12:19	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
12:52	12:54	44	388,67	38,87	00:02	2	12,96	cheias	0,0589	0,7631
13:28	13:31	44	388,67	38,87	00:03	3	19,43	cheias	0,0589	1,1446
13:49	13:52	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
13:53	14:00	0,8	7,07	0,71	00:07	7	0,82	cheias	0,0589	0,0486

Horas	min	h
Vazio	68	1,13
Parado	142	2,37
Funcionamento	270	4,50
Total	480	8,00

Custo(€) 24,22  
Rendimento (%) 56%

Dia 14/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:12	0,78	6,89	0,69	00:12	12	1,38	Cheias	0,0589	0,0812
22:12	22:13	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	Cheias	0,0589	0,3642
02:05	02:42	42	371,01	37,10	00:37	37	228,79	super vazio	0,0368	8,4193
02:49	02:50	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	super vazio	0,0368	0,2221
02:57	02:59	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
03:10	03:11	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:13	03:14	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:18	03:19	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:59	04:05	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	super vazio	0,0368	1,3653
04:10	04:13	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
04:26	04:28	40	353,34	35,33	00:02	2	11,78	super vazio	0,0368	0,4334
04:33	04:36	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
04:37	04:40	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	super vazio	0,0368	0,6664
04:59	05:04	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	super vazio	0,0368	1,1377
05:11	05:12	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
05:15	06:00	42	371,01	37,101	00:45	45	278,25	super vazio	0,0368	10,2397

Horas	min	h
Vazio	112	1,87
Parado	12	0,20
Funcionamento	356	5,93
Total	480	8,00

Custo (€) 25,66  
Rendimento (%) 74%

Dia 15/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:02	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
06:05	06:07	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
06:12	06:13	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:13	07:30	0,77	6,80	0,68	01:17	77	8,73	vazio normal	0,0393	0,3430
07:30	08:02	0,77	6,80	0,68	00:32	32	3,63	cheias	0,0589	0,2137
08:02	08:03	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
08:10	08:18	41	362,17	36,22	00:08	8	48,29	cheias	0,0589	2,8443
08:38	08:40	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:55	09:08	42	371,01	37,10	00:13	13	80,38	cheias	0,0589	4,7346
09:10	09:17	42	371,01	37,10	00:07	7	43,28	cheias	0,0589	2,5494
11:24	11:27	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
11:51	12:01	43	379,84	37,98	00:10	10	63,31	cheias	0,0589	3,7288
12:02	12:09	43	379,84	37,98	00:07	7	44,31	cheias	0,0589	2,6101
12:23	12:27	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
12:56	13:00	44	388,67	38,87	00:04	4	25,91	cheias	0,0589	1,5262
13:27	13:28	44	388,67	38,87	00:01	1	6,48	cheias	0,0589	0,3815
13:54	14:00	0,78	6,89	0,69	00:06	6	0,69	cheias	0,0589	0,0406

Horas	min	h
Vazio	65	1,08
Parado	115	1,92
Funcionamento	300	5,00
Total	480	8,00

Custo(€) 23,82  
Rendimento (%) 63%

Dia 15/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:18	0,78	6,89	0,69	00:18	18	2,07	cheias	0,0589	0,1217
22:18	22:19	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
22:43	22:44	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
00:21	00:24	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
01:20	01:21	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
01:25	01:27	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
01:29	01:31	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
01:40	01:41	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
02:04	02:06	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
02:11	02:39	42	371,01	37,10	00:28	28	173,14	super vazio	0,0368	6,3714
02:40	02:42	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
02:53	02:55	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
03:04	03:05	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:08	03:09	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:20	03:21	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:29	03:31	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	super vazio	0,0368	0,4659
03:48	03:56	42	371,01	37,10	00:08	8	49,47	super vazio	0,0368	1,8204
03:57	03:58	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	super vazio	0,0368	0,2221
04:25	04:27	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
05:08	05:10	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
05:18	06:00	42	371,01	37,10	00:42	42	259,70	super vazio	0,0368	9,5571

Horas	min	h
Vazio	105	1,75
Parado	18	0,30
Funcionamento	357	5,95
Total	480	8,00

Custo (€) 24,77  
Rendimento (%) 74%



Dia 16/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:04	06:05	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
06:05	07:30	0,77	6,80	0,68	01:25	85	9,64	vazio normal	0,0393	0,3787
07:30	08:27	0,77	6,80	0,68	00:57	57	6,46	cheias	0,0589	0,3806
08:27	08:40	41	362,17	36,22	00:13	13	78,47	cheias	0,0589	4,6219
08:48	08:57	42	371,01	37,10	00:09	9	55,65	cheias	0,0589	3,2778
09:06	09:07	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
09:24	09:26	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
09:56	10:00	43	379,84	37,98	00:04	4	25,32	cheias	0,0589	1,4915
10:15	10:16	43	379,84	37,98	00:01	1	6,33	cheias	0,0589	0,3729
10:39	10:41	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:54	10:56	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
10:58	11:02	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
11:27	11:29	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
11:54	11:59	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	cheias	0,0589	1,8210
13:38	13:40	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
13:59	14:00	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555

Horas	min	h
Vazio	48	0,80
Parado	142	2,37
Funcionamento	290	4,83
Total	480	8,00

Custo(€) 18,43

Rendimento (%) 60%

Dia 16/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:17	0,77	6,80	0,68	00:17	17	1,93	cheias	0,0589	0,1135
22:17	22:20	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
22:22	22:23	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
22:26	22:28	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
22:33	22:35	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
22:53	22:56	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
22:58	23:00	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
23:18	23:19	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
23:20	23:25	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	cheias	0,0589	1,7777
23:29	23:34	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	cheias	0,0589	1,7777
00:22	00:24	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
00:38	00:40	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
00:47	00:48	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
01:22	01:24	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
01:32	01:34	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	vazio normal	0,0393	0,4976
02:09	02:42	41	362,17	36,22	00:33	33	199,19	super vazio	0,0368	7,3304
04:12	04:18	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	super vazio	0,0368	1,3653
05:16	06:00	42	371,01	37,10	00:44	44	272,07	super vazio	0,0368	10,0122

Horas	min	h
Vazio	116	1,93
Parado	17	0,28
Funcionamento	347	5,78
Total	480	8,00

Custo (€) 29,77

Rendimento (%) 72%

Dia 17/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:02	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
06:05	06:06	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
06:06	07:21	0,77	6,80	0,68	01:15	75	8,50	vazio normal	0,0393	0,3341
07:21	07:22	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
07:50	07:51	43	379,84	37,98	00:01	1	6,33	cheias	0,0589	0,3729
07:52	07:54	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:21	08:23	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
08:31	08:37	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
08:59	09:11	42	371,01	37,10	00:12	12	74,20	cheias	0,0589	4,3704
09:39	09:41	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
11:11	11:13	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
11:37	11:42	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	cheias	0,0589	1,8210
11:50	11:53	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
13:57	14:00	43	379,84	37,98	00:03	3	18,99	cheias	0,0589	1,1186

Horas	min	h
Vazio	42	0,70
Parado	75	1,25
Funcionamento	363	6,05
Total	480	8,00

Custo(€) 14,83  
Rendimento (%) 76%

Dia 17/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:14	0,77	6,80	0,68	00:14	14	1,59	cheias	0,0589	0,0935
23:14	23:18	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
23:25	23:32	42	371,01	37,10	00:07	7	43,28	cheias	0,0589	2,5494
23:36	23:38	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
23:56	00:01	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	vazio normal	0,0393	1,2150
00:48	00:50	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
00:52	00:53	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	vazio normal	0,0393	0,2372
02:07	02:36	41	362,17	36,22	00:29	29	175,05	vazio normal	0,0393	6,8795
02:44	02:46	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
03:53	03:56	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	super vazio	0,0368	0,6664
03:59	04:01	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
04:17	04:18	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	super vazio	0,0368	0,2221
04:48	04:51	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	super vazio	0,0368	0,6664
04:54	04:56	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
05:14	06:00	42	371,01	37,10	00:46	46	284,44	super vazio	0,0368	10,4673

Horas	min	h
Vazio	109	1,82
Parado	14	0,23
Funcionamento	357	5,95
Total	480	8,00

Custo (€) 26,95  
Rendimento (%) 74%

Dia 18/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:06	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	super vazio	0,0368	1,3653
06:09	06:12	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	super vazio	0,0368	0,6826
06:32	06:42	42	371,01	37,10	00:10	10	61,83	super vazio	0,0368	2,2755
07:18	07:19	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
07:28	07:30	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
07:43	07:48	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	vazio normal	0,0393	1,1861
08:04	08:09	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	vazio normal	0,0393	1,1861
08:23	08:26	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
08:27	08:29	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	vazio normal	0,0393	0,4860
08:43	08:47	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	vazio normal	0,0393	0,9720
08:48	08:50	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
08:52	08:54	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	vazio normal	0,0393	0,4744
09:06	09:51	42	371,01	37,10	00:45	45	278,25	cheias	0,0589	16,3892
09:51	10:33	0,76	6,71	0,67	00:42	42	4,70	cheias	0,0589	0,2768
10:42	10:45	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
10:50	10:52	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
10:58	11:01	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
11:52	12:02	42	371,01	37,10	00:10	10	61,83	cheias	0,0589	3,6420
12:02	14:00	0,77	6,80	0,68	01:58	118	13,38	cheias	0,0589	0,7879

Horas	min	h
Vazio	108	1,80
Parado	160	2,67
Funcionamento	212	3,53
Total	480	8,00

Custo(€) 34,44  
Rendimento (%) 44%

Dia 19/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:30	0,77	6,80	0,68	00:30	30	3,40	cheias	0,0589	0,2003
22:30	22:35	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	cheias	0,0589	1,7777
23:07	23:10	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
23:21	23:24	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
23:53	23:55	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
00:17	00:18	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
01:15	01:18	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
01:21	01:28	42	371,01	37,10	00:07	7	43,28	vazio normal	0,0393	1,7011
01:29	01:32	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
01:56	01:58	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	vazio normal	0,0393	0,4976
01:59	02:25	42	371,01	37,10	00:26	26	160,77	super vazio	0,0368	5,9163
02:30	02:33	43	379,84	37,98	00:03	3	18,99	super vazio	0,0368	0,6989
02:43	02:45	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	super vazio	0,0368	0,4659
04:09	04:10	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
04:17	04:19	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
05:02	05:03	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
05:10	05:49	42	371,01	37,10	00:39	39	241,15	super vazio	0,0368	8,8744
05:49	06:00	0,77	6,80	0,68	00:11	11	1,25	super vazio	0,0368	0,0459

Horas	min	h
Vazio	103	1,72
Parado	41	0,68
Funcionamento	336	5,60
Total	480	8,00

Custo (€) 25,80  
Rendimento (%) 70%

Dia 20/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:10	0,77	6,80	0,68	00:10	10	1,13	cheias	0,0589	0,0668
22:17	22:20	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
22:21	22:25	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
22:26	22:31	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	cheias	0,0589	1,7777
23:00	23:01	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
23:11	23:15	41	362,17	36,22	00:04	4	24,14	cheias	0,0589	1,4221
23:25	23:27	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	cheias	0,0589	0,7111
23:44	23:47	41	362,17	36,22	00:03	3	18,11	cheias	0,0589	1,0666
00:49	00:52	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	vazio normal	0,0393	0,7290
00:53	01:05	42	371,01	37,10	00:12	12	74,20	vazio normal	0,0393	2,9161
01:46	01:51	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	vazio normal	0,0393	1,2150
02:08	02:33	42	371,01	37,10	00:25	25	154,59	super vazio	0,0368	5,6887
02:47	02:51	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	super vazio	0,0368	0,9102
03:06	03:07	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	super vazio	0,0368	0,2275
03:16	03:18	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	super vazio	0,0368	0,4551
03:36	03:39	43	379,84	37,98	00:03	3	18,99	super vazio	0,0368	0,6989
03:47	04:00	42	371,01	37,10	00:13	13	80,38	super vazio	0,0368	2,9581
04:36	04:41	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	super vazio	0,0368	1,1377
04:43	04:51	41	362,17	36,22	00:08	8	48,29	super vazio	0,0368	1,7771
05:52	06:00	41	362,17	36,22	00:08	8	48,29	super vazio	0,0368	1,7771

Horas	min	h
Vazio	111	1,85
Parado	10	0,17
Funcionamento	359	5,98
Total	480	8,00

Custo (€) 28,45  
Rendimento (%) 75%

Dia 21/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	06:06	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	vazio normal	0,0393	1,4233
06:13	06:35	41	362,17	36,22	00:22	22	132,80	vazio normal	0,0393	5,2189
06:35	07:41	0,77	6,80	0,68	01:06	66	7,48	vazio normal	0,0393	0,2940
07:41	07:47	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
08:12	08:15	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
09:28	09:34	42	371,01	37,10	00:06	6	37,10	cheias	0,0589	2,1852
10:16	10:26	43	379,84	37,98	00:10	10	63,31	cheias	0,0589	3,7288
10:51	10:53	43	379,84	37,98	00:02	2	12,66	cheias	0,0589	0,7458
11:48	11:55	42	371,01	37,10	00:07	7	43,28	cheias	0,0589	2,5494
12:08	12:16	43	379,84	37,98	00:08	8	50,65	cheias	0,0589	2,9830
12:24	12:32	43	379,84	37,98	00:08	8	50,65	cheias	0,0589	2,9830
12:49	12:51	44	388,67	38,87	00:02	2	12,96	cheias	0,0589	0,7631
13:11	13:12	43	379,84	37,98	00:01	1	6,33	cheias	0,0589	0,3729
13:12	14:00	0,77	6,80	0,68	00:48	48	5,44	cheias	0,0589	0,3205

Horas	min	h
Vazio	81	1,35
Parado	114	1,90
Funcionamento	285	4,75
Total	480	8,00

Custo(€) 26,85  
Rendimento (%) 59%



Dia 21/10/2008 (22:00-6:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
22:00	22:10	0,76	6,71	0,67	00:10	10	1,12	cheias	0,0589	0,0659
23:18	23:19	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
00:14	00:39	0,77	6,80	0,68	00:25	25	2,83	cheias	0,0589	0,1669
00:43	01:09	0,77	6,80	0,68	00:26	26	2,95	vazio normal	0,0393	0,1158
01:09	01:10	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	vazio normal	0,0393	0,2430
01:11	01:50	0,72	6,36	0,64	00:39	39	4,13	vazio normal	0,0393	0,1625
02:16	02:23	41	362,17	36,22	00:07	7	42,25	super vazio	0,0368	1,5549
02:41	02:43	41	362,17	36,22	00:02	2	12,07	super vazio	0,0368	0,4443
02:52	02:59	40	353,34	35,33	00:07	7	41,22	super vazio	0,0368	1,5170
03:00	03:04	40	353,34	35,33	00:04	4	23,56	super vazio	0,0368	0,8669
04:39	04:44	41	362,17	36,22	00:05	5	30,18	super vazio	0,0368	1,1107
05:40	06:00	0,79	6,98	0,70	00:20	20	2,33	super vazio	0,0368	0,0856

Horas	min	h
Vazio	27	0,45
Parado	120	2,00
Funcionamento	333	5,55
Total	480	8,00

Custo (€) 6,69  
Rendimento (%) 69%

Dia 22/10/2008 (6:00-14:00)

De	Até	I (A)	P (kW)	P/P <sub>n</sub> (%)	Δt	t (min)	W (kWh)	Hora	€/kWh	€
06:00	07:35	0,77	6,80	0,68	01:35	95	10,77	vazio normal	0,0393	0,4232
07:35	07:45	42	371,01	37,10	00:10	10	61,83	cheias	0,0589	3,6420
07:51	07:55	42	371,01	37,10	00:04	4	24,73	cheias	0,0589	1,4568
08:52	08:58	41	362,17	36,22	00:06	6	36,22	cheias	0,0589	2,1332
09:12	09:17	42	371,01	37,10	00:05	5	30,92	cheias	0,0589	1,8210
09:57	10:00	42	371,01	37,10	00:03	3	18,55	cheias	0,0589	1,0926
10:04	10:05	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
10:33	10:34	41	362,17	36,22	00:01	1	6,04	cheias	0,0589	0,3555
11:21	11:23	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
11:31	11:32	43	379,84	37,98	00:01	1	6,33	cheias	0,0589	0,3729
11:37	11:39	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
11:52	12:04	42	371,01	37,10	00:12	12	74,20	cheias	0,0589	4,3704
12:27	12:37	42	371,01	37,10	00:10	10	61,83	cheias	0,0589	3,6420
12:41	12:42	42	371,01	37,10	00:01	1	6,18	cheias	0,0589	0,3642
13:02	13:04	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
13:15	13:17	42	371,01	37,10	00:02	2	12,37	cheias	0,0589	0,7284
13:17	14:00	0,75	6,63	0,66	00:43	43	4,75	cheias	0,0589	0,2797

Horas	min	h
Vazio	62	1,03
Parado	138	2,30
Funcionamento	280	4,67
Total	480	8,00

Custo(€) 23,23  
Rendimento (%) 58%

## Anexo B - Levantamento da Iluminação

Piso/Zona	Local	Luminária			Lâmpada	Pot Instalada	Controlo
		Tipo a)	Quant. Un	nº lamp. Un	Potência W	W	c)
Subestação	Aglomerado	FT8	5	2	58	580	M
Subestação	Aglomerado	FT8	1	1	58	58	M
Ext. Subestação	Aglomerado	VS	2	1	250	500	R
Ext. Subestação	Aglomerado	INC	3	1	60	180	R
S. Compressores	Aglomerado	FT8	8	2	58	928	M
S. Gerador	Aglomerado	FT8	1	2	58	116	M
Oficina Cogeração	Aglomerado	FT8	6	2	58	696	M
S. Cogeração	Aglomerado	FT8	3	2	36	216	M
S. Cogeração	Aglomerado	FT8	3	2	18	108	M
Cogeração	Aglomerado	FT8	11	2	58	1276	M
Cogeração	Aglomerado	IM	4	1	250	1000	M
C. Bombagem	Aglomerado	FT8	4	2	58	464	M
PT1-QGBT	Aglomerado	FT8	8	1	58	464	M
PT1-Transf.	Aglomerado	FT8	2	2	58	232	M
PT2	Aglomerado	FT8	4	2	58	464	M
PT3-Transf.	Aglomerado	FT8	2	2	58	232	M
PT3-QGBT	Aglomerado	FT8	2	2	58	232	DP
PT4-Transf.	Aglomerado	FT8	9	2	58	1044	M
PT4-QGBT	Aglomerado	FT8	16	2	36	1152	M
PT5	Aglomerado	FT5	8	2	58	928	M
Secção Eléctrica	Aglomerado	FC	6	2	36	432	M
Secção Eléctrica	Aglomerado	FT8	5	2	58	580	M
Secção Eléctrica	Aglomerado	IM	2	1	250	500	M
Secção Eléctrica	Aglomerado	FT5	4	2	35	280	M
Sala Quadros	Aglomerado	FT8	8	2	58	928	M
Bombas termofluido	Aglomerado	FT8	10	1	58	580	M
Sala Controlo	Aglomerado	FT8	14	4	18	1008	M
Prep. Resinas	Aglomerado	FT8	6	2	58	696	M
Encoladoras	Aglomerado	FT8	6	2	58	696	M
Nave Industrial	Aglomerado	IM	55	1	400	22000	M
Nave Industrial	Aglomerado	IM	20	1	250	5000	M
Tunel	Aglomerado	FT8	16	2	36	1152	M
Ferrocontrol	Aglomerado	FT8	5	2	36	360	M
Esquadriadoras	Aglomerado	FT8	8	2	36	576	M
Giben	Aglomerado	IM	6	1	250	1500	M
Giben	Aglomerado	VS	2	1	70	140	M
Giben	Aglomerado	VS	5	1	250	1250	M
S. Quadros Aspiração	Aglomerado	FT8	9	2	36	648	M
S. Secador	Aglomerado	FT8	6	3	58	1044	M

		Luminária			Lâmpada	Pot Instalada	Controlo
Piso/Zona	Local	Tipo a)	Quant. Un	nº lamp. Un	Potência W	W	c)
S. Secador	Aglomerado	FT8	6	2	58	696	M
Afiar lâminas	Aglomerado	FT8	17	2	58	1972	M
Afiar lâminas	Aglomerado	VS	2	1	250	500	M
Armazém melaminas	Aglomerado	VS	17	1	250	4250	M
Balneários	Aglomerado	FT8	14	1	58	812	DP
Balneários	Aglomerado	FT8	7	1	36	252	DP
piso 0	Ed. Tecnico	FT8	9	4	18	648	M
piso 1	Ed. Tecnico	FT8	26	2	36	1872	M
piso 1	Ed. Tecnico	FT8	13	2	58	1508	M
Piso 3	Ed.Administrativo	FT8	39	2	58	4524	M
Piso 3	Ed.Administrativo	FT8	6	2	18	216	M
Piso 3-WC	Ed.Administrativo	FC	4	1	18	72	M
Piso 3-WC	Ed.Administrativo	EC	2	1	11	22	M
Escadas	Ed.Administrativo	EC	10	1	11	110	M
Piso 2	Ed.Administrativo	FT8	13	2	18	468	M
Piso 2	Ed.Administrativo	FT8	20	2	58	2320	M
Piso 2-S. Reuniões	Ed.Administrativo	FC	8	2	58	928	D
Piso 2-WC	Ed.Administrativo	FC	4	1	18	72	M
Piso 2-WC	Ed.Administrativo	EC	2	1	11	22	M
Cantina	Ed.Administrativo	FT8	38	1	36	1368	M
Cantina	Ed.Administrativo	FT8	18	1	18	324	M
Cantina	Ed.Administrativo	FT8	19	1	58	1102	M
Cantina	Ed.Administrativo	EC	3	1	11	33	M
Cantina-piso 1	Ed.Administrativo	FT8	5	1	58	290	M
Cantina-piso 1	Ed.Administrativo	FT8	1	2	18	36	M
Piso 0	Ed.Administrativo	FT8	6	2	18	216	M
Piso 0-Gab. Médico	Ed.Administrativo	FC	5	2	18	180	M
Piso 0-Gab. Médico	Ed.Administrativo	FC	4	2	58	464	M
Piso 0-Gab. Médico	Ed.Administrativo	FC	2	2	36	144	M
Balneários	Revestimento	FT8	11	2	36	792	M
Balneários	Revestimento	FT8	4	2	58	464	M
Balneários	Revestimento	FT8	2	2	18	72	M
Balneários	Revestimento	INC	5	1	60	300	M
Amostras	Revestimento	FT8	5	2	58	580	M
Amostras	Revestimento	FT8	8	1	36	288	M
PT6	Revestimento	FT8	2	2	58	232	DP
Sala Quadros	Revestimento	FT8	6	2	58	696	M
Oficina Mecânica	Revestimento	FT8	7	2	58	812	M
Oficina Mecânica	Revestimento	FT8	4	1	36	144	M
Laboratório	Revestimento	FT8	4	2	58	464	M
Laboratório	Revestimento	FT8	11	1	58	638	M
Laboratório	Revestimento	FT8	4	2	36	288	M

		Luminária			Lâmpada	Pot Instalada	Controlo
Piso/Zona	Local	Tipo	Quant.	nº lamp.	Potência		
		a)	Un	Un	W	W	c)
<b>Controle Gestão</b>	Revestimento	INC	2	1	150	300	DP
<b>Controle Gestão</b>	Revestimento	FT5	12	2	28	672	M
<b>Armazém peças</b>	Oficina Mecânica	FC	17	2	58	1972	M
<b>Armazém peças</b>	Oficina Mecânica	FC	5	2	36	360	M
<b>Gab.Mecânicos</b>	Oficina Mecânica	FC	14	2	36	1008	M
<b>Gab.Mecânicos</b>	Oficina Mecânica	FC	2	2	36	144	DP
<b>Gab.Mecânicos</b>	Oficina Mecânica	EC	2	1	11	22	M
<b>Nave Fabril</b>	Revestimento	IM	36	1	400	14400	M
<b>Nave Fabril</b>	Revestimento	VM	20	1	400	8000	M

a) FT5 - Fluor.tubular T5

FT8 - Fluor.tubular T8

FC - Fluor. compacta

IM - Iodetos Metálicos

VM - Vapor Mercúrio

VS - Vapor Sódio

INC - Incandescente

HAL- Halogéneo

c) M - Manual

R - Relógio

DP - D. Presença